



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ  
SETOR DE CIÊNCIAS DA TERRA  
DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA**



***APARECIDO RIBEIRO DE ANDRADE***

***ARTICULAÇÕES ENTRE O CLIMA URBANO E O CLIMA REGIONAL: UMA  
ABORDAGEM A PARTIR DA ANÁLISE DE IRATI E GUARAPUAVA/PR***

***TESE DE DOUTORADO***

***CURITIBA-PR  
2010***

*UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ*  
*SETOR DE CIÊNCIAS DA TERRA*  
*DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA*  
*PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA*

***ARTICULAÇÕES ENTRE O CLIMA URBANO E O CLIMA REGIONAL: UMA  
ABORDAGEM A PARTIR DA ANÁLISE DE IRATI E GUARAPUAVA/PR***

**APARECIDO RIBEIRO DE ANDRADE**

**ORIENTADOR: FRANCISCO MENDONÇA**

Tese apresentada ao Programa de Pós Graduação em Geografia da Universidade Federal do Paraná – UFPR, na linha de pesquisa: “Paisagem e Análise Ambiental”, para a obtenção do título de doutor em Geografia.

Curitiba-PR  
Abril de 2010

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca de Ciência e Tecnologia – Setor de  
Preparo Técnico – Universidade Federal do Paraná - UFPR

Andrade, Aparecido Ribeiro de

Articulações entre o clima urbano e o clima regional: uma abordagem  
a partir da análise de Irati e Guarapuava/PR / Aparecido Ribeiro de  
Andrade. - Curitiba, 2010.

266 f. : il.; grafs., tabs.

Orientador: Francisco Mendonça

Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Paraná, Setor de  
de Ciências da Terra, Programa de Pós-Graduação em Geografia.

1. Clima Urbano-Regional – Paraná. 2. Topoclimatologia. I. Autor. II.  
Universidade Federal do Paraná. III. Título.

CDD 551.62



**ATA DE DEFESA DE TESE  
DE DOUTORADO**

Aos trinta dias do mês de abril do ano de dois mil e dez, na sala PH05, foi avaliada pela Banca Examinadora, composta pelos professores abaixo relacionados, a Tese de Doutorado do (a) aluno (a) **APARECIDO RIBEIRO DE ANDRADE** intitulada **"ARTICULAÇÕES ENTRE O CLIMA URBANO E O CLIMA REGIONAL: UMA ABORDAGEM A PARTIR DA ANÁLISE DE IRATI E GUARAPUAVA/PR"**, que obteve como resultado final:

*Aprovado.*

(RES. 62/03 CEPE art. 63 "Os examinadores avaliarão a dissertação considerando o conteúdo, a forma, a redação, a apresentação e a defesa do trabalho, decidindo pela aprovação, ou não aprovação, do trabalho de conclusão do aluno".

Normas Internas do Curso, art. 22: "Tendo em vista a qualidade da Dissertação e da Defesa, a banca poderá atribuir as menções LOUVOR (excelência) e/ou DISTINÇÃO (originalidade)".

Curitiba, 30 de abril de 2010.

Nome e assinatura da Banca Examinadora:

**Prof. Dr. Francisco Mendonça (Orientador)**

**Profa. Dra. Deise Fabiana Ely**

**Profa. Dra. Eliane Dumke**

**Prof. Dr. Emerson Galvani**

**Profa. Dra. Inês Moresco Danni-Oliveira**

*Quem espera que a vida  
Seja feita de ilusão  
Pode até ficar maluco  
Ou viver na solidão  
É preciso ter cuidado  
Prá mais tarde não sofrer  
É preciso saber viver...*

*Toda pedra no caminho  
Você pode retirar  
Numa flor que tem espinhos  
Você pode se arranhar  
Se o bem e o mal existem  
Você pode escolher  
É preciso saber viver...*

(Roberto Carlos - É preciso saber viver)

*Dedico esta tese às pessoas mais importantes na minha vida:*

*Meu pai (Eli), pela determinação e otimismo;*

*Minha mãe (Helena), pela serenidade e compreensão;*

*Minha esposa (Marinez), pelo companheirismo, dedicação e amor sem limites;*

*Meu filho (Samuel), pelo incentivo à vida.*

## **AGRADECIMENTOS**

A tarefa de fazer os agradecimentos às pessoas que contribuíram, direta ou indiretamente, para o término de uma jornada, como a obtenção de um título de doutor, é algo extremamente importante mas, ao mesmo tempo difícil, pois o medo de esquecer nomes sempre está presente.

Tentando não ser injusto com todos aqueles que colaboraram nesta caminhada, tentarei ser objetivo, buscando fazer um relato sucinto da contribuição de cada um e, se ao final, me esquecer de alguém, espero não causar nenhum tipo de rancor e poder ser perdoado pelo esquecimento. Cada um que esteve a meu lado em todos esses anos, sabe do apreço e da consideração que tenho pela compreensão e apoio em todos os momentos que precisei.

As primeiras pessoas que sempre me apoiaram em todas as minhas necessidades (pessoais e profissionais), sem dúvida nenhuma, fazem parte da minha família. Por isso, agradeço imensamente aos meus pais (**Eli e Helena**), por todo o apoio recebido ao longo de minha vida e, mesmo não sabendo exatamente o que faço e por que faço, sempre se orgulharam de mim. Espero que a conclusão desta nova etapa na minha vida possa honrá-los mais ainda.

Da mesma forma, meus irmãos (**Valdirene e Fábio**), meus sogros (**Antonio e Alice**) e meu cunhado (**Amauri**), nunca deixaram de estar a meu lado, mesmo não compreendendo direito minhas incansáveis desculpas para não comparecer a compromissos familiares. A eles agradeço.

Merece agradecimento especial a minha esposa (**Marinez**), pois ela sempre demonstrou ser uma companheira exemplar. O apoio que recebi e tenho recebido, em todos esses anos de convivência, demonstram sua dedicação a nossa família que, neste momento, está maior. A chegada de nosso filho (**Samuel**) foi a luz que faltava em nossas vidas e que se tornou o centro de todas as nossas atenções. A ele também agradeço, pois está me mostrando novos horizontes e fazendo-me rever vários valores, principalmente, as prioridades. Por minha esposa e por meu filho, eu abandonaria tudo, mas eles também, ao mesmo tempo, são responsáveis pela força extra que retiro de todos os lados, para concluir as tarefas do meu dia-a-dia.

No passado, algumas pessoas marcaram efetivamente minha vida e foram inspirações para eu chegar até aqui. Meu ex-professor, e agora amigo, **Edezio**, é uma dessas pessoas, pois seus conselhos e seu incentivo, na busca da superação de deficiências e limitações, sempre me foram úteis. Meu amigo dos tempos de graduação e grande companheiro, **Luiz Carlos (Foca)**, também sempre agiu nessa perspectiva, nunca deixando de acreditar no

meu sucesso, mais do que eu próprio, por isso, agradecer-lhe pelo apoio é redundante e pode parecer banal.

Há uma pessoa que jamais esquecerei, pois, foi motivado pela sua determinação e competência, que cheguei até aqui. Esta pessoa é o eterno amigo **Jonas Nery**, que foi meu orientador no mestrado, mas, mais do que isso, foi o único responsável por eu ter começado a jornada. Baseado em seus conselhos e incentivos sem limites, eu consegui ter a determinação de chegar até onde cheguei. Sei que ele se lembra de tudo que fez por mim, mas quero reforçar os agradecimentos que expresso aqui, mesmo sabendo que as palavras não darão conta de minha gratidão e de minha confissão de quanto ele foi e é importante para mim.

Outras pessoas também fizeram parte de momentos anteriores ao início da tese, pois sempre estiveram ao meu lado e acreditaram no meu potencial, mais do que eu próprio. Infelizmente, eu não conseguiria lembrar de todos. Por isso, agradeço coletivamente a todos aqueles que, lá atrás, já sabiam que eu chegaria aqui e espero que me perdoem a omissão de seus nomes.

Mais recentemente, no início de meu doutoramento, algumas pessoas foram essenciais. A primeira delas foi meu grande amigo **Roberto**. O que dizer sobre ele? Um colega de trabalho e amigo para todas as horas, que demonstra uma confiança nas minhas atitudes que vão além da amizade, talvez até extrapolem uma relação de irmão. Sempre disse que ele é mais meu amigo do que eu dele, pois foram suas palavras de incentivo que sempre buscaram ver o melhor de mim, os norteadores de muitas de minhas atitudes. Ao Roberto agradeço por tudo, mas, principalmente pelo apoio incondicional às minhas idéias, que, mesmo percebendo as “besteiras” que muitas vezes falei, concordava comigo, num gesto de generosidade sem tamanho. Obrigado Roberto, por fazer parte da minha vida.

Assim como o Roberto, não posso deixar de agradecer ao **Wilson Flávio**, ou simplesmente Flávio, como todos os chamam, apesar de eu gostar de chamá-lo de Wilson (hahahaha!!!). O Wilson é de uma empolgação sem tamanho e, todas as vezes que converso com ele, reforço e resgato minha alegria. Sua jovialidade e a visão otimista que tem de tudo e de todos, sempre foram incentivos para que eu continuasse. Obrigado, meu amigo, sem sua presença em minha vida, eu seria bem pior.

À **Marisa Emmer**, por todas as conversas que tivemos no passado. Ela também foi um incentivo sem tamanho no início do doutorado. Junto com o Roberto e o Wilson, foi protagonista de muitos momentos felizes à “mesa de bar”, local onde desenvolvemos muitas teorias geográficas, sem qualquer fundamento científico (hahahaha!!!!). Os três demonstraram mais alegria do que eu, quando ficamos sabendo que eu havia passado no processo de seleção do doutorado. À Marisa, eu também agradeço pela ajuda nos “abstracts” de meus trabalhos, seu conhecimento da língua inglesa sempre me foi útil e ela nunca se negou a me ajudar.



Nessas mesmas “mesas de bar”, a **Nájela** também sempre esteve presente. Como esquecer dos vários momentos de conversa bem humorada e de incentivo as minhas atitudes. Confesso que, neste momento, não consigo me lembrar de qualquer assunto que abordei ao lado da Nájela em que, ao final, não fosse coberto de alegria e felicidade. A ti também agradeço, por fazer parte da minha história.

Ao colega **Edmilson (Kiko)**, por ter se mostrado um amigo sem igual, desde o primeiro dia que nos encontramos (na seleção para o doutorado). O seu bom humor e a sua disposição em ajudar as pessoas são qualidades raras nos dias de hoje. Em todos os momentos que necessitei, ele sempre esteve comigo, disposto a ajudar. Espero também que seu trabalho termine logo e tenho certeza que será muito bom.

Mais recentemente, mas com a mesma sinceridade, tenho recebido apoio de uma amiga para todos os momentos: **Karla**, minha atual chefe, que sempre demonstrou uma compreensão desmedida com meu temperamento inconstante. Seus conselhos e sua visão diferenciada das coisas, principalmente pela fé nas pessoas e em Deus, me fazem refletir todos os dias sobre as atitudes que tive e que tenho na vida. Karla é outra pessoa que acredita mais em mim do que eu próprio. Gostaria de poder relatar aqui todos os momentos em que me aconselhei com ela e nunca obtive uma resposta amarga ou desencorajadora; mesmo ela tendo seus próprios problemas, sempre os esqueceu para me dar ouvidos. Espero que sua jornada seja melhor que a minha.

Ao companheiro **Valdemir**, agradeço o bom humor que sempre demonstrou e, acima de tudo, a confiança que tem nos meus julgamentos. Não tenho palavras para expressar a generosidade de uma pessoa igual a ele. Jamais percebi qualquer atitude por parte dele que não fosse de apoio e compreensão em relação a minha pessoa. Sei que ele estará brevemente terminando seu doutorado e espero que seja um momento de glória para ele e para aqueles que o cercam.

A todos os companheiros do DEGEO/I (**Basso, Wanda, Andreza e Emerson**) e também à **Caroline**, nossa estagiária/secretária, pela paciência e bom humor com que sempre me atendeu, demonstrando um respeito por mim que não mereço. Todos sempre me apoiaram e jamais esquecerei do afeto e do respeito que temos uns pelos outros. Cada qual, a seu jeito, sempre procurou me incentivar e me dar apoio. Seria difícil prosseguir sem essa “força”.

Aliás, dos companheiros do DEGEO/I, devo destacar a ajuda da **Andreza**, na elaboração das cartas de uso do solo. Quando solicitei a elaboração das mesmas e disse que era urgente, ela não se poupou e rapidamente elaborou-as para mim. Além de grande companheira, sempre prestativa, ainda me orgulha lembrar que um dia foi minha aluna. Agradeço a ela por me ajudar, mas, principalmente, por me encher de orgulho ao vê-la hoje ao meu lado, como colega de serviço.

Aos companheiros do DEGEO/G, que foram os primeiros colegas de trabalho (professores universitários) da minha vida. A experiência que cada um deles me passou e ainda me passa é algo que jamais vou poder agradecer. Seria injusto da minha parte, caso eu não deixasse de frisar os nomes de alguns deles, pois são especiais para mim (**Edivaldo, Márcia, Leandro, Paulo, Marquiana, Lizandro, Cecília, Pierre e Bertotti**). Dentre eles, ainda devo ressaltar o apoio incondicional (moral e profissional) da **Márcia** e do **Edivaldo**, em praticamente todos os momentos da tese. Este último, ainda auxiliou nas correções finais, dando dicas valiosas em relação às análises de dados secundários.

Não posso esquecer da **Aline**, que foi extremamente importante neste final de trabalho, pois, graças a sua presteza, consegui concluir algumas figuras importantes para a tese. Ela arrumou tempo que não tinha, para analisar imagens de satélite do INPE. Sem sua ajuda, provavelmente, eu não estaria terminando a tese neste momento.

Na fase final, outro amigo foi importante na confecção de figuras. Mesmo estando bem distante, lá no interior de Minas Gerais, o **Sérgio** atendeu meu pedido de ajuda de forma imediata e eficiente. Sem a sua colaboração, eu não conseguiria atender um pedido de meu orientador, quanto à melhora na qualidade de algumas figuras. Obrigado “duasunha” e saiba que sempre lhe serei grato pelo empenho em me ajudar.

Devo agradecer também a equipe de colaboradores que me ajudaram a coletar os dados para minha pesquisa: **Viviane, Marciano, Adalberto, Roberto, Nájela, Emerson, Maria, Marinez, Rosiléia, Elio, Joel, os funcionários do Posto Panorâmico, os funcionários da Balança da Caminhos do Paraná e os funcionários do Posto Stop**.

Agradeço também ao **Sérgio**, técnico da estação meteorológica do IAPAR, em Guarapuava, pelo repasse dos dados de junho de 2008, que possibilitaram a realização da análise rítmica.

Ao IAPAR, INMET, SIMEPAR e INPE, pelos dados meteorológicos e imagens de satélite, informações que foram essenciais às análises para o trabalho realizado.

Ao **Zem**, pela presteza em fornecer informações e “agilizar” documentos como nenhum outro. Sua experiência e dedicação na secretaria da Pós-graduação em Geografia da UFPR são exemplos de profissionalismo. Jamais o encontrei indisposto, por mais que os alunos (eu, por exemplo) extrapolassem e pudessem provocar um possível descontrole, ele nunca se alterou e sempre esteve disposto a ajudar. Agradeço por todos os momentos que me prestou auxílio.

À professoras **Inês** e **Eliane**, pela colaboração no momento em que participaram da banca de qualificação desta pesquisa. As sugestões, orientações e críticas de ambas, foram muito bem colocadas e sem elas, meu trabalho seria incompleto. O valor agregado à minha

tese, após ter atendido à maior parte das sugestões efetuadas, foi imenso. Suas observações demonstraram uma vontade em me ajudar, que poucos professores conseguem deixar claro. Muito obrigado por ter participado de minha formação.

Por fim, gostaria de agradecer especialmente a meu orientador. No decorrer do meu trabalho, foram suas qualidades de compreensão, experiência, dedicação e tranqüilidade, fatores essenciais para a melhora da minha pesquisa. Sem a ajuda do **Prof. Francisco Mendonça**, eu nem teria começado meu doutorado e foi graças a ele que uma “vaga” idéia de pesquisa transformou-se em hipótese de trabalho e agora se concretiza em uma tese. Embora eu já tenha expressado meus agradecimentos pessoalmente, vale a pena enfatizar sua importância no meu amadurecimento intelectual. Sei que ainda estou longe do ideal, mas aprendi muito com ele nesses últimos anos pois, além de sua dedicação profissional, ele me provou ser uma pessoa generosa em todos os momentos, desde quando nos conhecemos. Obrigado mestre!!!!

## **SUMÁRIO**

LISTA DE TABELAS .....	xii
LISTA DE QUADROS .....	xiii
LISTA DE FIGURAS .....	xiv
LISTA DE GRÁFICOS .....	xv
LISTA DE FOTOS.....	xviii
RESUMO .....	xix
ABSTRACT .....	xx
RESUMÉN.....	xxi
 <b>INTRODUÇÃO .....</b>	 <b>22</b>
 <b>CAPÍTULO 1: ESTUDO DO TOPOCLIMA DA REGIÃO DE GUARAPUAVA E IRATI: A INTERAÇÃO DE ESCALAS E OS PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS ADOTADOS.....</b>	 <b>36</b>
1.1 As escalas (climáticas, cartográficas e geográficas) enquanto elementos de análise .....	36
1.2 Metodologia e métodos da pesquisa .....	45
1.3 Os materiais de pesquisa, a metodologia e os procedimentos metodológicos .....	51
1.4 Os pontos para coleta dos dados .....	57
1.5 Os equipamentos para coleta dos dados .....	64
1.6 Sistematização dos dados climáticos secundários.....	69
1.7 O uso de imagens de satélite .....	70
 <b>CAPÍTULO 2: CLIMA REGIONAL E URBANO A PARTIR DA INFLUÊNCIA DO RELEVO: REFERÊNCIAS PARA O ESTUDO DE GUARAPUAVA E IRATI .....</b>	 <b>74</b>
2.1 A climatologia tropical e extratropical.....	76
2.2 A análise climática e os aspectos locais e regionais .....	82
2.3 A interação do relevo com o clima em diferentes escalas.....	88
2.4 Uso/ocupação do solo e climatologia .....	95
2.5 Estrutura e morfologia das cidades na perspectiva de estudos climáticos .....	98
2.6 O clima das cidades de pequeno e médio porte .....	112
2.7 Irati e Guarapuava: especificidades climáticas .....	116
 <b>CAPÍTULO 3: IRATI E GUARAPUAVA – ASPECTOS HISTÓRICO- GEOGRÁFICOS E CLIMÁTICOS REGIONAIS E LOCAIS.....</b>	 <b>124</b>
3.1 Estudo de caso: as cidades como referência .....	124
3.2 Meio ambiente urbano de Irati.....	128
3.3 Meio ambiente urbano de Guarapuava .....	139
3.4 As características regionais e o tipo de clima associado .....	151
3.5 A marcha diária dos tipos de tempo – ritmo diário .....	157
3.5.1 Análise rítmica dos tipos de tempo – Irati .....	157
3.5.2 Análise rítmica dos tipos de tempo – Guarapuava .....	160

3.6 A marcha mensal dos tipos de tempo de Irati – ritmo mensal.....	167
3.7 A marcha mensal dos tipos de tempo de Guarapuava – ritmo mensal .....	174

<b>CAPÍTULO 4: CONFIGURAÇÃO DO CLIMA REGIONAL E LOCAL EM IRATI E GUARAPUAVA/PR, A PARTIR DOS RESULTADOS OBTIDOS .....</b>	<b>181</b>
4.1 Configuração sinótica para a área de estudo durante o período de coleta dos dados.....	181
4.2 A análise rítmica como padrão de comparação .....	183
4.3 Guarapuava/PR - Dados de temperatura e umidade relativa do ar.....	193
4.4 Irati/PR - Dados de temperatura e umidade relativa do ar.....	203
4.5 Irati e Guarapuava/PR – diferenças e semelhanças na dinâmica climática .....	211
4.6 Transecto Irati/Guarapuava – Dados de temperatura e umidade relativa do ar .....	213
4.7 Dados coletados de temperatura do ar (Guarapuava, Irati e Transecto) .....	221
4.8 Dados coletados de umidade relativa do ar (Guarapuava, Irati e Transecto) .....	225
4.9 Imagens de satélite da área de estudo: uma análise espacial.....	227
4.10 Os dados das estações meteorológicas oficiais: Irati e Guarapuava.....	235
<b>CONCLUSÕES.....</b>	<b>238</b>
<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>255</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>258</b>

**LISTA DE TABELAS**

Tabela 1:	Irati/PR – Dados demográficos .....	131
Tabela 2:	Irati/PR - Distribuição das classes de uso e ocupação da terra urbana em 2008 .....	137
Tabela 3:	Guarapuava/PR – dados demográficos .....	141
Tabela 4:	Guarapuava/PR - Distribuição das classes de uso e ocupação da terra urbana em 2008 .....	149
Tabela 5:	Dados de Temperatura do Ar para a Área de Estudo .....	222
Tabela 6:	Dados de Umidade Relativa do Ar para a Área de Estudo .....	226
Tabela 7:	Dados Meteorológicos Secundários de Guarapuava .....	235
Tabela 8:	Dados Meteorológicos Secundários de Irati .....	235
Tabela 9:	Dados Meteorológicos Primários de Guarapuava .....	236
Tabela 10:	Dados Meteorológicos Primários de Irati .....	237

**LISTA DE QUADROS**

Quadro I: Irati/PR - Características e localização dos pontos de coleta.....	59
Quadro II: Trajeto Irati a Guarapuava/PR - Características e localização dos pontos de coleta .....	60
Quadro III: Guarapuava/PR - Características e localização dos pontos de coleta.....	61
Quadro IV: Irati/PR - Distribuição qualitativa do Produto Interno Bruto (PIB) – 2000 .....	133
Quadro V: Irati/PR - População ocupada segundo as atividades econômicas – 2000 .....	134
Quadro VI: Irati/PR - Estabelecimentos agropecuários segundo as atividades econômicas – 1996 .....	135
Quadro VII: Guarapuava/PR - Evolução da área loteada (m <sup>2</sup> ) – 1940 a 1990 .....	140
Quadro VIII: Guarapuava/PR - Dinâmica Demográfica do Município .....	141
Quadro IX: Guarapuava/PR - Distribuição qualitativa do Produto Interno Bruto (PIB) – 2006 .....	144
Quadro X: Guarapuava/PR - População ocupada segundo as atividades econômicas – 2000 ..	145
Quadro XI: Guarapuava/PR - Estabelecimentos agropecuários segundo as atividades econômicas – 1996.....	146
Quadro XII: Guarapuava/PR - Dados climáticos sistematizados pelo IAPAR.....	155
Quadro XIII: Fernandes Pinheiro/PR - Dados climáticos sistematizados pelo IAPAR.....	155
Quadro XIV: Irati/PR – Variabilidade Pluviométrica (1976 a 2007) .....	167
Quadro XV: Guarapuava/PR – Variabilidade Pluviométrica (1976 a 2007) .....	174

**LISTA DE FIGURAS**

Figura 1:	Guarapuava e Irati – Localização Geográfica .....	30
Figura 2:	Guarapuava e Irati/PR - Escarpa da Esperança (Área de Preservação Ambiental da Serra da Esperança) .....	31
Figura 3:	O clima regional e urbano de Irati e Guarapuava/PR – Esquema metodológico .....	48
Figura 4:	Guarapuava/PR – Hipsometria e traçado urbano.....	54
Figura 5:	Irati/PR - Traçado urbano e hipsometria .....	56
Figura 6:	Irati/PR – Distribuição dos 6 pontos de coleta de dados – Esquema genérico .....	59
Figura 7:	Irati a Guarapuava/PR - Distribuição dos 4 pontos de coleta de dados.....	60
Figura 8:	Guarapuava/PR – Distribuição dos 6 pontos de coleta de dados – Esquema genérico .....	61
Figura 9:	Irati/PR – Ilustração fotográfica dos pontos de coleta de dados primários.....	62
Figura 10:	Transecto Irati a Guarapuava – Ilustração fotográfica dos pontos de coleta de dados primários .....	63
Figura 11:	Guarapuava/PR – Ilustração fotográfica dos pontos de coleta de dados primários.....	64
Figura 12:	Irati/PR – Localização da Estação meteorológica (INMET).....	67
Figura 13:	Guarapuava/PR – Localização da Estação Meteorológica (IAPAR).....	68
Figura 14:	Planaltos paranaenses e perfil esquemático da bacia do rio Iguaçu.....	94
Figura 15:	Classificação climática para o Estado do Paraná segundo dados do IAPAR.....	120
Figura 16:	Irati/PR - Perímetro Urbano com divisão setorial dos bairros e rede hidrográfica..	132
Figura 17:	Irati/PR - Uso e Ocupação da Terra no Perímetro Urbano em 2008.....	136
Figura 18:	Guarapuava/PR - Perímetro Urbano com divisão setorial dos bairros e rede hidrográfica .....	143
Figura 19:	Guarapuava/PR - Uso e Ocupação da Terra no Perímetro Urbano em 2008 .....	148
Figura 20:	APA da Serra da Esperança – Localização e declividade .....	154
Figura 21:	Irati/PR – Elementos do clima (tipos de tempo) - inverno de 2008.....	158
Figura 22:	Guarapuava/PR – Elementos do clima (tipos de tempo) - junho de 2008 .....	161
Figura 23:	Guarapuava/PR – Elementos do clima (tipos de tempo) - julho de 2008 .....	164
Figura 24:	Guarapuava/PR – Elementos do clima (tipos de tempo) – agosto de 2008.....	166
Figura 25:	Temperatura do ar para os pontos localizados no percurso de Irati a Guarapuava..	184
Figura 26:	Imagem de satélite do dia 02/07/2008, demonstrando a atuação da massa Tropical Atlântica no Brasil meridional.....	185
Figura 27:	Situação sinótica do dia 02/07/2008, com a distribuição barométrica e a conseqüente delimitação dos centros de ação .....	186
Figura 28:	Situação sinótica do dia 08/08/2008, com a distribuição barométrica e a predominância da Massa Polar Atlântica (mPa) no sul da América do Sul .....	187
Figura 29:	Temperatura do ar para os pontos localizados no município de Irati .....	190
Figura 30:	Temperatura do ar para os pontos localizados no município de Guarapuava .....	192
Figura 31:	Distribuição espacial da densidade de vegetação para a área de estudo com base no resultado do NDVI .....	229
Figura 32:	Termografia da superfície para Guarapuava/PR (Banda Termal do LANDSAT 5) ..	232
Figura 33:	Termografia da superfície para Irati/PR (Banda Termal do LANDSAT 5) .....	234



**LISTA DE GRÁFICOS**

Gráfico 1:	Climatograma para o município de Guarapuava - período de 1976 a 2007 .....	118
Gráfico 2:	Climatograma para o município de Irati - período de 1976 a 2007 .....	119
Gráfico 3:	Variabilidade Interanual da Temperatura do Ar (máxima, média e mínima) para Irati.....	168
Gráfico 4:	Variabilidade Mensal da Temperatura do Ar (máxima, média e mínima) para Irati.....	170
Gráfico 5:	Variabilidade Interanual da Umidade Relativa do Ar para Irati.....	171
Gráfico 6:	Variabilidade Mensal da Umidade Relativa do Ar para Irati .....	172
Gráfico 7:	Balanço Hídrico para o município de Irati (1976 a 2007).....	173
Gráfico 8:	Variabilidade Interanual da Temperatura do Ar (máxima, média e mínima) para Guarapuava .....	175
Gráfico 9:	Variabilidade Mensal da Temperatura do Ar (máxima, média e mínima) para Guarapuava .....	176
Gráfico 10:	Variabilidade Interanual da Umidade Relativa do Ar para Guarapuava.....	178
Gráfico 11:	Variabilidade Mensal da Umidade Relativa do Ar para Guarapuava .....	179
Gráfico 12:	Balanço Hídrico para Guarapuava (1976 a 2007) .....	180
Gráfico 13:	Variabilidade espacial da temperatura do ar no município de Guarapuava. Dia 01/07/2008 nos horários das 6, 9, 15 e 21 horas.....	193
Gráfico 14:	Variabilidade espacial da umidade do ar no município de Guarapuava. Dia 01/07/2008 nos horários das 6, 9, 15 e 21 horas .....	194
Gráfico 15:	Variabilidade espacial da temperatura do ar no município de Guarapuava. Dia 02/07/2008 nos horários das 6, 9, 15 e 21 horas .....	196
Gráfico 16:	Variabilidade espacial da umidade do ar no município de Guarapuava. Dia 02/07/2008 nos horários das 6, 9, 15 e 21 horas .....	196
Gráfico 17:	Variabilidade espacial da temperatura do ar no município de Guarapuava. Dia 03/07/2008 nos horários das 6, 9, 15 e 21 horas .....	197
Gráfico 18:	Variabilidade espacial da umidade do ar no município de Guarapuava. Dia 03/07/2008 nos horários das 6, 9, 15 e 21 horas .....	198
Gráfico 19:	Variabilidade espacial da temperatura do ar no município de Guarapuava. Dia 22/07/2008 nos horários das 6, 9, 15 e 21 horas.....	199
Gráfico 20:	Variabilidade espacial da umidade do ar no município de Guarapuava. Dia 22/07/2008 nos horários das 6, 9, 15 e 21 horas.....	200
Gráfico 21:	Variabilidade espacial da temperatura do ar no município de Guarapuava. Dia 08/08/2008 nos horários das 6, 9, 15 e 21 horas .....	201
Gráfico 22:	Variabilidade espacial da temperatura do ar no município de Guarapuava. Dia 09/08/2008 nos horários das 6, 9, 15 e 21 horas.....	201
Gráfico 23:	Variabilidade espacial da umidade do ar no município de Guarapuava. Dia 08/08/2008 nos horários das 6, 9, 15 e 21 horas .....	202

Gráfico 24:	Variabilidade espacial da umidade do ar no município de Guarapuava. Dia 09/08/2008 nos horários das 6, 9, 15 e 21 horas .....	202
Gráfico 25:	Variabilidade espacial da temperatura do ar no município de Irati. Dia 01/07/2008 nos horários das 6, 9, 15 e 21 horas.....	204
Gráfico 26:	Variabilidade espacial da umidade do ar no município de Irati. Dia 01/07/2008 nos horários das 6, 9, 15 e 21 horas .....	204
Gráfico 27:	Variabilidade espacial da temperatura do ar no município de Irati. Dia 02/07/2008 nos horários das 6, 9, 15 e 21 horas .....	205
Gráfico 28:	Variabilidade espacial da umidade do ar no município de Irati. Dia 02/07/2008 nos horários das 6, 9, 15 e 21 horas.....	205
Gráfico 29:	Variabilidade espacial da temperatura do ar no município de Irati. Dia 03/07/2008 nos horários das 6, 9, 15 e 21 horas .....	206
Gráfico 30:	Variabilidade espacial da umidade do ar no município de Irati. Dia 03/07/2008 nos horários das 6, 9, 15 e 21 horas .....	207
Gráfico 31:	Variabilidade espacial da temperatura do ar no município de Irati. Dia 22/07/2008 nos horários das 6, 9, 15 e 21 horas .....	208
Gráfico 32:	Variabilidade espacial da umidade do ar no município de Irati. Dia 22/07/2008 nos horários das 6, 9, 15 e 21 horas.....	208
Gráfico 33:	Variabilidade espacial da temperatura do ar no município de Irati. Dia 08/08/2008 nos horários das 6, 9, 15 e 21 horas.....	209
Gráfico 34:	Variabilidade espacial da temperatura do ar no município de Irati. Dia 09/08/2008 nos horários das 6, 9, 15 e 21 horas.....	210
Gráfico 35:	Variabilidade espacial da umidade do ar no município de Irati. Dia 08/08/2008 nos horários das 6, 9, 15 e 21 horas.....	210
Gráfico 36:	Variabilidade espacial da umidade do ar no município de Irati. Dia 09/08/2008 nos horários das 6, 9, 15 e 21 horas .....	211
Gráfico 37:	Variabilidade espacial da temperatura do ar no decorrer do transecto Irati a Guarapuava. Dia 01/07/2008 nos horários das 6, 9, 15 e 21 horas .....	214
Gráfico 38:	Variabilidade espacial da umidade relativa ar no decorrer do transecto Irati a Guarapuava. Dia 01/07/2008 nos horários das 6, 9, 15 e 21 horas.....	214
Gráfico 39:	Variabilidade espacial da temperatura do ar no decorrer do transecto Irati a Guarapuava. Dia 02/07/2008 nos horários das 6, 9, 15 e 21 horas .....	215
Gráfico 40:	Variabilidade espacial da umidade relativa ar no decorrer do transecto Irati a Guarapuava. Dia 02/07/2008 nos horários das 6, 9, 15 e 21 horas .....	216
Gráfico 41:	Variabilidade espacial da temperatura do ar no decorrer do transecto Irati a Guarapuava. Dia 03/07/2008 nos horários das 6, 9, 15 e 21 horas .....	216
Gráfico 42:	Variabilidade espacial da umidade relativa ar no decorrer do transecto Irati a Guarapuava. Dia 03/07/2008 nos horários das 6, 9, 15 e 21 horas .....	217
Gráfico 43:	Variabilidade espacial da temperatura do ar no decorrer do transecto Irati a Guarapuava. Dia 22/07/2008 nos horários das 6, 9, 15 e 21 horas.....	218

Gráfico 44: Variabilidade espacial da umidade relativa ar no decorrer do transecto Irati a Guarapuava. Dia 22/07/2008 nos horários das 6, 9, 15 e 21 horas.....	218
Gráfico 45: Variabilidade espacial da temperatura do ar no decorrer do transecto Irati a Guarapuava. Dia 08/08/2008 nos horários das 6, 9, 15 e 21 horas.....	219
Gráfico 46: Variabilidade espacial da umidade relativa ar no decorrer do transecto Irati a Guarapuava. Dia 08/08/2008 nos horários das 6, 9, 15 e 21 horas.....	216
Gráfico 47: Variabilidade espacial da temperatura do ar no decorrer do transecto Irati a Guarapuava. Dia 09/08/2008 nos horários das 6, 9, 15 e 21 horas .....	220
Gráfico 48: Variabilidade espacial da umidade relativa ar no decorrer do transecto Irati a Guarapuava. Dia 09/08/2008 nos horários das 6, 9, 15 e 21 horas .....	220

**LISTA DE FOTOS**

Foto 1:	Miniabrigo meteorológico .....	65
Foto 2:	Termo-higrômetros de leitura direta .....	66

## **ARTICULAÇÕES ENTRE O CLIMA URBANO E O CLIMA REGIONAL: UMA ABORDAGEM A PARTIR DA ANÁLISE DE IRATI E GUARAPUAVA/PR**

### **RESUMO**

Enquanto ramo de pesquisa no leque de investigações das ciências ambientais, a climatologia vem se tornando cada vez mais importante. As análises desta área fundamentam os aspectos mais relevantes das condições ambientais no planeta, partindo da composição de condições meteorológicas (tempo) e interagindo com outros ramos da ciência. O espaço vivido possui um substrato físico bem definido, que influencia as condições climáticas em todas as escalas, mas, principalmente na meso e na toposcala. Seguindo essa linha de raciocínio, o presente estudo avaliou as condições climáticas e a influência do relevo em diferentes escalas, nas cidades de Irati e Guarapuava, localizadas na região centro-sul do estado do Paraná, que, por sua vez, está na região sul do Brasil. As condições climáticas, de forma geral, são identificadas como do tipo Cfb, segundo a classificação de Köppen, contudo, as características socioambientais dos dois municípios possuem particularidades distintas, creditadas principalmente à forma do relevo e ao uso do solo, tanto urbano como rural. A cidade de Irati (de porte pequeno) localiza-se na borda de uma escarpa, denominada localmente de Escarpa da Esperança, e foi construída em um relevo côncavo. Guarapuava (cidade de porte médio) localiza-se a oeste de Irati, no reverso da Escarpa da Esperança, tendo sua sede assentada em um relevo convexo. Ambas apresentam realidades distintas, sendo que Guarapuava é mais heterogênea. Os dados coletados através de dezesseis pontos distribuídos nas duas cidades e no percurso entre elas demonstraram que existem diferenciações entre eles. Os contornos do relevo (baixa e alta vertente) são causadores de microclimas, pois foram identificados contrastes termo-higrométricos em pontos com altitudes diferentes. Mesmo que as cidades tenham diferenças na sua estrutura urbana e no ambiente rural que as circundam, a altitude desempenhou papel preponderante. Foi possível identificar ilhas de calor/frescor em vários pontos de coleta, sempre seguindo a mesma lógica: alto da vertente mais quente e seco do que a baixa vertente. O uso do solo também foi uma influência significativa, pois a área central das cidades, mais densamente povoada, sempre esteve mais quente e seca do que seu entorno (menor densidade habitacional e mais vegetação). Da mesma forma, a comparação das áreas rurais com as urbanas apresentaram diferenciação, tanto na temperatura quanto na umidade, permitindo a conclusão da existência de ilhas de calor. O “jogo” de escalas do clima e a inter-relação do clima regional com o urbano propiciaram a diferenciação climática em diversos níveis, dependendo estreitamente da análise pormenorizada do grau de influência de cada fator interveniente, tendo o relevo e o uso do solo como definidores de climas locais.

**Palavras-chave:** clima regional; clima urbano; escalas climáticas; Irati; Guarapuava; relevo

## **ARTICULATION BETWEEN URBAN CLIMATE AND REGIONAL CLIMATE: AN APPROACH BASED ON THE ANALYSIS FROM IRATI AND GUARAPUAVA / PR**

### **ABSTRACT**

While research arm within the range of investigations of environmental science, climatology has become increasingly important. The analysis of this area are based the most relevant aspects of environmental conditions on the planet, starting from the composition of weather (weather) and interacting with other branches of science. The living space has a well-defined physical substrate, which influences the climate on all scales, but mainly in mesoscale and topocscale. Following this line of reasoning, this study assessed the climatic conditions and influence of terrain at different scales in the cities of Irati and Guarapuava, located in the central-southern state of Parana, which, in turn, is located in the southern Brazil. Climatic conditions, in general, are identified as the type Cfb, according to the classification of Köppen. However, the environmental characteristics of the two cities have different characteristics, credited mainly to the shape of the topography and land use, both urban and rural. The city of Irati (small city) is located on the edge of a cliff, known locally Escarpa da Esperança and was built in a concave relief. Guarapuava (medium city) is located west of Irati, the reverse of the Escarpa da Esperança, with its headquarters located in a convex relief. Both have different realities, and Guarapuava is more heterogeneous. The data collected from 16 sampling stations in both cities and the route between them, demonstrated that there are differences between them. The contours of the relief (lower and upper slope) are cause microclimates, as identified Hygrothermal contrasts in points with different altitudes. Even cities that have differences in their structure in urban and rural environment surrounding them, the altitude played a predominant role. It was possible to identify islands of warmth / coolness in several collection points, but always following the same logic: high strand hotter and drier than the low slope. Land use was also a significant influence, because the central area of cities, more densely populated, has always been warmer and drier than its surroundings (lower density housing and more vegetation). Similarly, a comparison of rural to urban presented significant differences in both temperature and humidity, allowing the finding of heat islands. The "game" of scales interrelation of climate and regional climate with the urban climate favors the differentiation at various levels, depending closely on the detailed analysis of the degree of influence each factor involved, with topography and land use as defining local climates.

**Keywords:** regional climate, environment, urban, climates scale; Irati; Guarapuava; relief

## **ARTICULACIONES ENTRE EL CLIMA URBANO Y EL CLIMA REGIONAL: UN ENFOQUE BASADO EN EL ANALISIS DE IRATI Y GUARAPUAVA/PR.**

### **RESUMEN**

Mientras que el brazo de investigación dentro de la gama de las investigaciones de las ciencias del medio ambiente es cada vez más importante. Los análisis de ésta área se basan los aspectos más importantes de las condiciones ambientales en el planeta, partiendo de la composición de las condiciones meteorológicas (el tiempo) e interactuando con otras ramas de la ciencia. El espacio vital posee un sustrato físico bien definido, que influencia las condiciones climáticas en todas las escalas, sobre todo en meso y topoescala. Siguiendo esta línea de razonamiento, el presente estudio evaluó las condiciones climáticas y la influencia del relieve en diferentes escalas en las ciudades de Irati y Guarapuava, situadas en la región centro-sur del estado de Paraná el cual, a su vez, se encuentra en la región sur de Brasil. Las condiciones climáticas en general son identificadas como de tipo Cfb, según la clasificación de Köppen. Con todo, las características socioambientales de los dos municipios poseen diferentes particularidades que están dadas principalmente por la forma del relieve y el uso del suelo, tanto urbano como rural. La ciudad de Iratí (de pequeño tamaño) se localiza en el borde de un escarpado, localmente denominada Escarpa da Esperança y fue construida sobre un relieve cóncavo. Guarapuava (ciudad mediana) se localiza al oeste de Iratí, en el lado opuesto de la Escarpa da Esperança y se sitúa sobre un relieve convexo. Ambas presentan diferentes realidades siendo Guarapuava más heterogénea. Los datos recogidos en 16 puntos repartidos entre las dos ciudades y en el recorrido que media entre una y otra demostraron que existen diferencias entre ellas. Los perfiles del relieve (baja e alta vertiente) son precursores de la aparición de microclimas, pues fueron identificados contrastes termohigrométricos en puntos a diferentes altitudes. Aún teniendo ambas ciudades diferencias en su estructura en el medio urbano y rural que los rodea, la altura jugó un papel preponderante. Fue posible identificar islas de calor/frío en varios de los puntos monitoreados pero siempre siguiendo la misma lógica: el alto de la vertiente más caliente y más seco que el bajo de la misma. La utilización del suelo también fue una influencia significativa, pues el área central de las ciudades, más densamente pobladas, siempre estuvo más caliente y seca que su entorno (menor densidad abitacional y más vegetación). De la misma forma, la comparación de las áreas rurales con las urbanas mostró diferencias, tanto en la temperatura como en la humedad, permitiendo así llegar a la conclusión acerca de la existencia de islas de calor. El “juego” de escalas del clima y la interrelación del clima regional con el urbano propicia la diferenciación climática en diversos niveles, con una dependencia estrecha del análisis pormenorizado del grado de influencia de cada factor interviniente, teniendo al relieve y a la utilización del suelo como factores importantísimos de influencia sobre los climas locales.

**Palabras clave:** el clima regional, el medio ambiente, urbano, escalas climáticas; Irati; Guarapuava, relevo.

## INTRODUÇÃO

Uma tese não precisa ser acadêmica, pois qualquer pessoa pode propor uma idéia original, mesmo que seja considerada inatingível, mas é com o rigor acadêmico que ela poderá ser respeitada. Caso não haja tal rigor, ela não alcançara credibilidade alguma. Por isso, o processo de construção de uma tese de doutorado é algo muito particular. Exige a necessidade de alcançar o reconhecimento de idéias, processo que só é possível através de experimentação científica, utilizando-se de métodos consagrados, ou então, propondo um método ou metodologia que venha a ser aceito pela comunidade científica.

A proposta de uma tese, sob a perspectiva filosófica, pode ser amparada na dialética, essencialmente necessária à validação das idéias. Tal perspectiva salienta a necessidade de existir o confronto de idéias, sempre considerando imagens e opiniões contrárias. É através desse diálogo que a opinião defendida numa tese pode ser considerada verdadeira, caso contrário, se torna mera especulação. Platão defendeu esta idéia, mas Aristóteles já a considerou inapropriada à evolução do pensamento, pois esse conflito nada mais seria do que mera opiniões prováveis, não oferecendo a essência verdadeira da coisa investigada (CHAUÍ, 2000).

Pesquisadores das mais diversas áreas do conhecimento, principalmente os filósofos, buscam uma explicação para a necessidade de uma tese comprovada e debatida, portanto, com o devido valor acadêmico e com o objetivo de buscar a razão do conhecimento.

Em cada momento de sua história, a razão produziu uma tese a respeito de si mesma e, logo a seguir, uma tese contrária à primeira ou uma antítese. Cada tese e cada antítese foram momentos necessários para a razão conhecer-se cada vez mais. Cada tese e cada antítese foram verdadeiras, mas parciais. Sem elas, a razão nunca teria chegado a conhecer-se a si mesma. Mas a razão não pode ficar estacionada nessas contradições que ela própria criou, por uma necessidade dela mesma: precisa ultrapassá-las numa síntese que una as teses contrárias, mostrando onde está a verdade de cada uma delas e conservando essa verdade (CHAUÍ, 2000, pág. 100 – grifo nosso).

Chauí (2000) fala em *conservar a verdade* e isso é a essência do pensamento científico, partindo do fato de que as descobertas não são invenções, mas a busca do desconhecido e, principalmente, a explicação para fatos conhecidos, mas com dinâmicas complexas, chegando-se à conclusão de que a verdade não se cria, mas se descobre, se reafirma, se prova.

A Geografia, desde sua estruturação enquanto ciência, passa por discussões das mais acirradas, buscando um método científico universal para sua área de atuação, norteador debates sobre sua origem e seu objeto. Com relação à origem, sabe-se que a Geografia existe desde a organização da civilização enquanto sociedade, pois aspectos da natureza sempre foram estudados numa ótica de organização do espaço, propiciando um melhor aproveitamento dos recursos disponíveis. Por isso, os primeiros geógrafos existiam já na



antiga Grécia, onde se discutiam assuntos que iam desde a explicação do universo até o mapeamento de áreas desconhecidas através de estudos comparativos.

O método e a metodologia da ciência geográfica evoluíram desde então, várias são as escolas de pensamento geográfico que se sucederam no decorrer do tempo. O embasamento teórico do início da Geografia, amparado em descrições da natureza, foi gradativamente sendo substituído pela análise sintética dos acontecimentos relacionados aos estudos da sociedade e da natureza, buscando uma possível interação entre uma realidade e outra, mais do que isso, buscando uma união de relações.

A investigação científica na Geografia aponta várias críticas à metodologia da pura descrição do espaço, mas encontra dificuldades em propor uma nova análise, que não seja descritiva e nem sociológica apenas. A Geografia Quantitativa, a Nova Geografia, a Geografia Crítica e agora a **crítica** à Geografia Crítica, debatem todas as possibilidades na busca de um método realmente integrador, sem ser rotulado de positivista.

Andrade (2009) fez um breve relato dessa discussão, tentando buscar um caminho para a aplicação de métodos e metodologias que se enquadrem num trabalho geográfico de vanguarda. O autor conclui que a tendência da Geografia Ambiental em unir discursos e proposições da ciência geográfica é inquestionável, apresentando propostas de autores contemporâneos propondo a união da dita “geografia física” com a “geografia humana”, pois essa histórica de dicotomia deve ser vencida.

Tentando desmistificar o senso comum de que a Geografia Física não se ampara em métodos científicos, mas simplesmente na aplicação de procedimentos metodológicos, Nunes et. al. (2006) enfatizam a relação desta área da Geografia com conceitos e categorias do pensamento geográfico. Para tanto, os autores resgatam alguns dos trabalhos mais atuais da Geografia Física (a partir de 1990), onde a utilização de conceitos e categorias, tais como sociedade, natureza, espaço, tempo, paisagem e ambiente, buscam provar que a Geografia Física esteve amparada no positivismo e neopositivismo, mas os métodos hipotético-dedutivos, dialéticos e até fenomenológicos, são bastante utilizados, inclusive com a necessária visão sistêmica dos processos atuantes dentro de cada proposta de investigação.

A Climatologia é uma área consagrada como sendo parte integrante da Geografia Física, mesmo suscitando críticas, pois a defesa de que a ciência não pode ser dividida em partes é um dos pilares centrais da moderna Geografia. Por isso, as metodologias de abordagem do fenômeno climático na Geografia, devem ser utilizadas de forma conjunta com as realidades inerentes ao espaço geográfico.

Esse espaço geográfico deve ser entendido como a complexa relação entre um passado histórico, a densidade demográfica, a organização social e econômica, além dos recursos naturais e tecnológicos disponíveis num determinado lugar. Neste sentido, Leff (2002, p. 57)

descreve que, para as ciências que trabalham com a dinâmica da natureza, “...o processo evolutivo se produz pela determinação genética das populações biológicas e de seu processo de seleção-adaptação-transformação em sua interação com o meio ambiente”.

A Climatologia estuda essas relações geográficas, tendo as questões ligadas ao Clima Urbano como expoente, mas as interconexões da realidade urbana local com o meio que a cerca, ou seja, a dinâmica regional são as responsáveis pela maior e melhor evidência das particularidades suscitadas pela relação sociedade-natureza.

A cidade e conseqüentemente o meio ambiente urbano, figura como um dos principais exemplos de transformação no uso do solo, provocando necessidades estruturais das mais diversas, vinculadas a fatos sociais e econômicos desvinculados dos recursos disponíveis, pois os interesses envolvidos nos processos de construção destas estruturas são contraditórios. Desta forma, as alterações no ambiente natural são emergentes e dificilmente conseguem promover o equilíbrio sustentável tão almejado, principalmente quando o conforto ambiental, na perspectiva sustentável, não é colocado como meta principal.

A dinâmica do clima em ambientes urbanos está vinculada a várias modificações do local, mas existem 3 processos que podem sintetizar tal efeito: modificação no balanço de radiação, alteração da dinâmica dos ventos e mudanças nos campos de pressão, temperatura e precipitação pluvial. Estes processos ocorrem em maior ou menor escala dependendo, principalmente, do tamanho da cidade, mas a natureza do sítio urbano também influencia, pois a rugosidade do terreno e a orientação das vertentes podem atenuar ou acentuar as implicações ocorridas no tempo e no espaço.

Novamente a questão da escala se torna importantíssima, pois os efeitos causados na alteração do clima em ambientes urbanos, normalmente são melhor percebidos na escala local, pois mesmo em grandes centros urbanos, existem diferentes realidades de acordo com a dinâmica urbana preponderante. Áreas com vegetação e corpos hídricos tendem a ter temperaturas mais amenas, mesmo que seu entorno esteja densamente edificado. Ao contrário, a falta destas áreas e o acúmulo de prédios e atividades industriais, tendem a apresentar temperaturas mais elevadas, mas o fato é que a amplitude térmica é que se torna importante nesta análise, sendo ampliadas em áreas muito edificadas, evidenciando os extremos térmicos (quente – frio). Esta realidade nem sempre se repete em cidades com menor adensamento urbano, pois as características climáticas são mais homogêneas e os efeitos de uma ou outra realidade são sentidos na cidade como um todo. Como definir a grandeza escalar para estes efeitos? Esta é a pergunta que norteia a maioria dos estudos dos climas das cidades, portanto, influenciou sistematicamente o presente estudo, principalmente no tocante às relações das e nas cidades eleitas como objeto de estudo.

As cidades são sistemas altamente complexos, apresentando relações das mais diversas possíveis. O clima de um determinado ambiente vem se tornando sinônimo de melhor ou

pior condição de sobrevivência, por isso os estudos realizados na climatologia urbana estão cada vez mais importantes. Estes estudos são direcionados, na maioria das vezes, como possibilidade para solução de problemas ambientais dos mais diversos, o que tem sido prioridade nas tomadas de decisão do poder público (BREHENY, 1992; STEEMERS, 2003). Contudo, a presente investigação pode ser avaliada numa perspectiva mais ampla, utilizando a cidade como referência, mas enfocando aspectos mais abrangentes, indo da escala topoclimática até a escala regional, sempre considerando a relação dos aspectos do relevo (altimetria em destaque) com a intervenção da sociedade (uso do solo).

Os elementos do clima (temperatura, umidade, vento e pressão) interagem mutuamente com a realidade local e regional. Esta interação é responsável pela configuração climática do local, muitas vezes considerada estática, mas que possui sua dinâmica própria. Essa realidade está associada a fatores sociais, mas as feições naturais são definidoras de realidades mais permanentes no tempo e no espaço. Por isto, os fatores do clima (latitude, altitude, continentalidade, maritimidade, vegetação e relevo) são associados às classificações climáticas.

Dentre os fatores condicionantes na configuração climática local e regional, destaca-se o relevo, pois sua relação com os elementos do clima é facilmente notada. A barreira orográfica formada pela interferência das vertentes dos mais diversos tamanhos e formas, causa diferentes sensações térmicas e pode influenciar na ocorrência de chuvas bem localizadas. Da mesma forma, a morfologia do relevo (aplainado, convexo ou côncavo), pode refletir na evolução dos mais variados elementos do clima, que por sua vez influenciam nesta morfologia também. Existe ainda, outra relação bem conhecida, focada no aporte de umidade, pois normalmente as vertentes a barlavento possuem maior concentração de umidade, em comparação com aquelas localizadas a sotavento.

A proposta apresentada, enquanto hipótese ou tema para a presente investigação, perpassa pela discussão teórica embasada na relação sociedade-natureza, pois estuda a climatologia local e regional numa perspectiva integradora, considerando aspectos da natureza, principalmente o relevo, mas também avaliando o uso e ocupação do solo, processo permeado pela intervenção da sociedade humana.

A complexidade oriunda das relações intra e interurbanas são abordadas sem, contudo, serem enfatizadas, pois não foi objetivo central desta pesquisa delimitar aspectos particularizados do sítio urbano (fator este entendido como a estruturação física da superfície ocupada por cidades), mas sim a influência das relações locais e regionais no clima das cidades e da região em que se inserem.

O fato urbano em si tende a alterar essas relações, mas os contornos do relevo normalmente são definidores da evolução da cidade, tornando-se difíceis de serem totalmente modificados num curto espaço de tempo, apesar de que numa escala temporal

mais ampliada, o fenômeno da urbanização possa modificar toda a topografia original. Ressalta-se também, que a definição utilizada para sítio urbano neste trabalho foi aquela que entende este espaço no sentido topográfico, ou seja, as feições do relevo, principalmente.

Neste sentido, a temática estudada não se coloca como eminentemente uma discussão da climatologia urbana, mas da interação desta com a realidade que a engloba. O estudo climático das cidades foi norteador da temática, contudo, a avaliação realizada procurou abordar aspectos mais amplos, principalmente aqueles relacionados aos diferentes tipos de uso e ocupação do solo.

As diferenciações escalares dessas realidades distintas buscaram evidenciar que o clima local e o regional estão em permanente conexão, mesmo que as influências recíprocas não ocorram de forma homogênea e os aspectos mais importantes não sejam definidos por um fato somente, mas pela integração de fatos, elementos e fenômenos (naturais e sociais), difíceis de serem analisados separadamente, pelo menos quando a discussão está centrada na análise climática.

Na busca por uma metodologia de avaliação integradora, algumas teorias foram avaliadas, numa perspectiva da evolução do pensamento geográfico (ANDRADE, 2009). A Teoria Geral dos Sistemas - TGS (BERTALANFFY, 1975), considerando toda a discussão proposta dentro da Geografia enquanto ciência moderna, foi eleita como norteadora das pesquisas geográficas na linha denominada naturalista, mesmo que sujeita a críticas, principalmente por defensores de outras maneiras de abordar o método geográfico. As críticas efetuadas a TGS fazem parte da evolução do pensamento geográfico, tendo como principal referência o antagonismo entre as escolas do pensamento geográfico Francesas e Anglosaxônicas. A justificativa para a escolha desta linha metodológica é abordada mais adiante, quando a metodologia e os métodos da pesquisa serão mais bem discutidos.

Entretanto, tendo a TGS como princípio norteador, aponta-se a proposta do Sistema Ambiental Urbano – SAU, que se propõe a subsidiar análises relativas às interações entre a natureza e a sociedade, considerando principalmente a diversidade escalar da manifestação de problemas ambientais advindos da relação sociedade-natureza nas cidades, como uma nova ferramenta de procura da integração destas realidades, muitas vezes consideradas diferentes e contraditórias (MENDONÇA, 2004).

Essa proposta parece ser inovadora em alguns aspectos, pois possibilita uma evolução das idéias de diversos autores, culminando com um padrão esquemático para abordar todas as variáveis que estão em permanente relação dentro do ambiente urbano, indo desde atividades econômicas até tomadas de decisão do poder público, sem desconsiderar os aspectos naturais (relevo, vegetação, solo, água e ar).

O SAU realça a idéia de tratar a Geografia Ambiental como “socioambiental”, para o qual:

Os problemas ambientais que ocorrem nas cidades são, por princípio, problemas socioambientais, pois a cidade é o mais claro exemplo de espaço onde a interação entre a Natureza e a Sociedade se concretizam. Nesta compreensão, torna-se impossível tratar dos problemas ambientais que ocorrem nos espaços urbanos, levando-se em consideração somente a natureza e os processos naturais. As cidades são bastantes diferentes umas das outras e, por conseguinte, também os problemas que as caracterizam; naquelas dos países pobres, ou em estágio de desenvolvimento complexo, eles são muito mais marcantes e expressivos que naquelas dos países ricos, do norte, ou desenvolvidos. (MENDONÇA, 2004, p. 204-205).

Nota-se que esta proposta atinge uma meta perseguida por geógrafos contemporâneos, pois pretende integrar métodos e metodologias geográficas muito utilizadas na atualidade, mesmo que estas metodologias não sejam de uso exclusivo de pesquisadores da Geografia. Seria a resposta para a escolha metodológica em trabalhos tipicamente geográficos? Ainda é muito cedo para responder tal pergunta, mas vale a pena considerar tal proposição como “uma” das possíveis metodologias a serem utilizadas em qualquer pesquisa geográfica, mas principalmente quando se trata de aspectos ligados ao ambiente urbano.

O estudo desenvolvido nesta tese está amparado na relação sociedade-natureza, pois realizou uma análise comparativa entre paisagens distintas; embora estas diferenciações estejam muito ligadas a aspectos topográficos, mas integradas por uma dinâmica regional. A necessidade em encontrar uma forma de análise integradora permeou todo o trabalho desenvolvido.

### **Problemática da tese/estudo – questionamentos que orientaram a pesquisa**

A explanação feita anteriormente buscou apontar os subsídios teóricos para iniciar a investigação de uma hipótese, centrada na configuração climática de duas cidades (diferentes em sua estrutura), localizadas na mesma área de abrangência, em uma região com a característica geomorfológica extremamente peculiar (*front* - *sopé* - e *reverso* de uma *cuesta*).

O processo de urbanização das cidades, com seu acelerado crescimento populacional, acarreta alterações em função das atividades inerentes à sobrevivência da sociedade humana, tais como emissão de poluentes, atividades industriais intensas, supressão da vegetação nativa, adensamento populacional, dentre outros fatores. Essas ações favorecem a formação e identificação de topoclimas diferenciados em diversas localidades da cidade, ocorrendo assim o fenômeno da ilha de calor ou mesmo da ilha de frescor, dependendo da magnitude e da forma em que os eventos ocorrem. Entretanto, a escala topoclimática pode influenciar e ser influenciadas pela dinâmica do clima na escala mesoclimática.

A problematização da presente tese está centrada na possível interação entre as escalas do clima (regional e local), tendo como enfoque a realidade urbana de cidades de portes demográficos diferenciados, além de condições do relevo e da conseqüente diferenciação altimétrica, como aspectos naturais intervenientes.

Estas cidades (Irati e Guarapuava) apresentam distintas feições geomorfológicas, pois uma delas possui um sítio urbano em condições de relevo côncavo, numa área próxima ao sopé de uma escarpa e a outra, se localiza no reverso da escarpa, com um sítio urbano predominantemente localizado em relevo convexo. Desta forma, a hipótese central vincula-se à análise da interação de escalas espaciais distintas, ou seja, a dimensão local (relevo e fato urbano) e a dimensão regional (relevo e condições meteorológicas) atuando de forma integrada, derivando condições climáticas específicas para a região e para as cidades em estudo.

As cidades escolhidas para o desenvolvimento da pesquisa estão localizadas na região centro-sul do Paraná. A primeira (Irati) considerada uma cidade de porte pequeno e a segunda (Guarapuava) de porte médio (IBGE, 2000), mas que possuem similaridades entre si, pelo menos no aspecto sociocultural. Predominantemente, a colonização das duas cidades foi européia (italianos, poloneses, russos, alemães, ucranianos, entre outros), além da própria migração interna, ou seja, colonizadores oriundos de outras regiões do Brasil, como os gaúchos.

Contudo, ao mesmo tempo, possuem algumas diferenciações bem marcadas, como as condições do solo e do relevo, por exemplo. Irati apresenta solos bem menos apropriados à exploração agrícola, e seu relevo é bem mais acidentado, sendo que a sede do município se localiza em um relevo côncavo, tendo a forma de uma “bacia”, onde as condições de moradia não são tão favoráveis. Guarapuava, por sua vez, possui condições naturais mais diversificadas, com solos mais produtivos e relevo menos acidentado, e sua sede está localizada em relevo convexo.

No trabalho realizado, a discussão do método e da metodologia se tornou uma questão das mais importantes, senão imprescindível para o desenvolvimento da pesquisa, que pretendeu dar subsídios ao planejamento local e regional dessas cidades. Neste sentido, nada mais comum do que a definição dos questionamentos (problematização) que orientaram o estudo.

Algumas questões atinentes à problemática de estudo despertaram o interesse para a elaboração desta tese, e foram assim estabelecidas:

- Qual a influência do relevo (hipsometria e geomorfologia) na diferenciação climática entre duas cidades próximas, inseridas em uma mesma região natural?
- Qual a influencia do relevo na dinâmica atmosférica regional e local?

- De que forma o jogo de escalas espaciais (tanto geográficas, quanto topográficas) e escalas temporais (diária, sazonal, decadal, etc) pode definir características paisagísticas diferenciadas, tendo o clima como influenciador destas paisagens?
- Há distinções expressivas entre os climas das áreas urbanas e rurais das duas cidades em análise?
- Como os usos do solo, associados à topografia, incidem sobre condições climáticas locais e regionais, distintamente?

### **Objetivos e/ou hipóteses**

O objetivo geral desta tese é analisar a configuração topoclimática e do clima local, enfocando cidades de porte diferenciado e separadas por uma formação geomorfológica específica (serra com aspectos cuestiformes – Relevo de *Cuesta*) dando ênfase aos aspectos do meio urbano e rural. O estudo voltou-se ao exame da estruturação da paisagem da região e das cidades de Irati e Guarapuava, cidades de pequeno e médio porte, respectivamente, localizadas no Estado do Paraná – **Figura 1**.

Buscando atingir esse objetivo geral, algumas especificidades foram também objetivadas na perspectiva de explicitarem detalhes do estudo desenvolvido. A dinâmica climática relativa à região, numa perspectiva geográfica, foi pouco estudada, por isso, a organização e a análise dos dados climáticos de acordo com as informações disponíveis, de forma a poder identificar a configuração do clima local e/ou regional, são importantes. Neste sentido, esta tese busca apontar fatores e elementos naturais, além dos sociais, que estariam contribuindo para a formação e evolução da paisagem como um todo.

Nessa linha de raciocínio, fez-se importante entender melhor a dinâmica da sociedade como um todo, buscando uma avaliação da relação existente entre esta e as condições ambientais, identificando diferenças e semelhanças nas áreas urbanas e rurais, o que talvez possibilite uma classificação hierárquica dos processos atuantes na configuração do espaço geográfico.

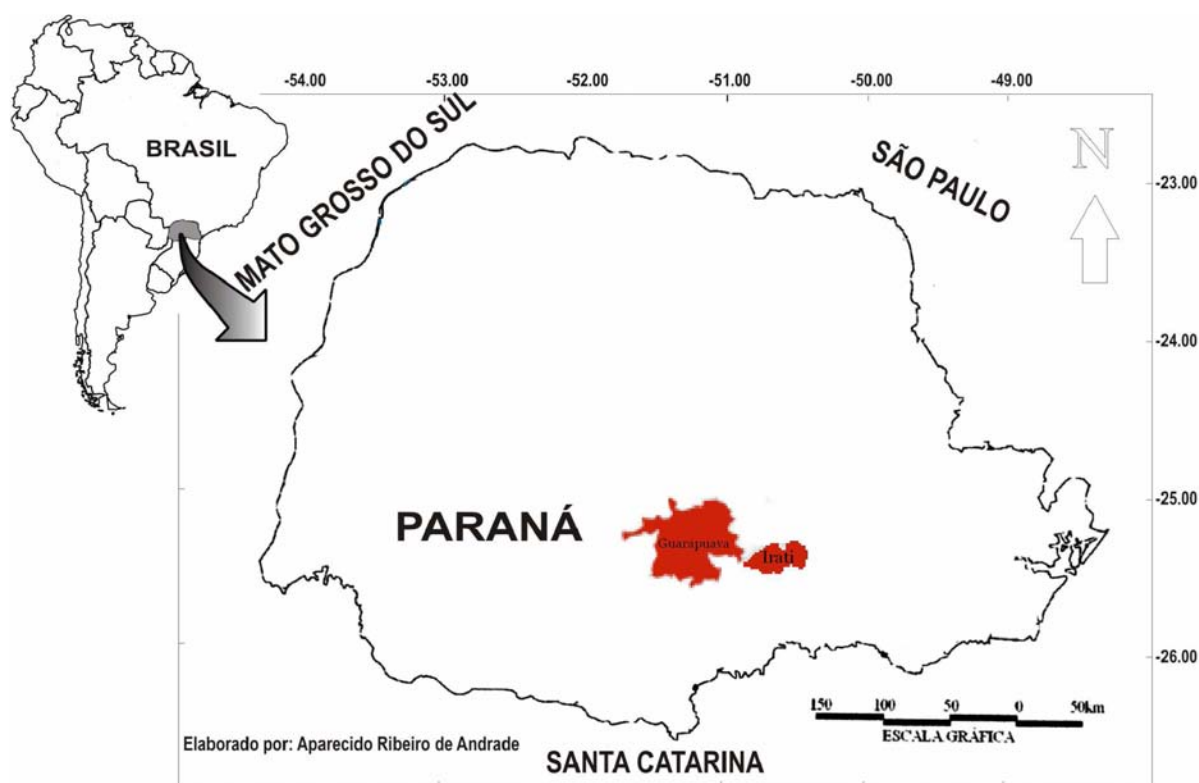
De maneira geral, esta tese visa a evidenciar a influência do relevo na dinâmica climática local e regional, enfatizando o uso e ocupação do solo e suas especificidades, bem como a configuração climática urbana e regional na área escolhida para estudo.

Sendo assim, o estudo e a configuração do topoclima em duas cidades com realidades distintas, mas que estão localizadas na mesma área de abrangência, tanto nos aspectos culturais como naturais, torna-se necessidade básica para o desenvolvimento do presente estudo.

Essa perspectiva ficou centrada na busca de uma possível relação socioambiental e nas diferentes escalas (local e regional), utilizando as cidades e as particularidades que as distinguem como objetos de análise. Além disso, as configurações do relevo e sua influência na evolução dos tipos de tempo e também na delimitação climática, tanto no âmbito regional como local, devem ser avaliadas. A busca pela comprovação destas idéias foi feita numa perspectiva sistêmica, onde o todo é mais complexo e oferece possibilidades paisagísticas mais integradoras e menos dissociadas, mas as singularidades das partes não devem e nem foram desprezadas.

### Recorte espacial e temporal do estudo

O recorte espacial e temporal do estudo foi escolhido segundo os objetivos propostos, sendo definido o limite dos territórios dos municípios de Irati e Guarapuava, que estão localizados na região centro-sul do estado do Paraná, conforme se pode visualizar na **Figura 1**. Estes municípios foram estudados, principalmente a partir de fatos e fenômenos climáticos, mas a realidade ambiental como um todo também foi abordada, pois não se pode desconsiderar a relação sociedade-natureza num estudo desta magnitude.



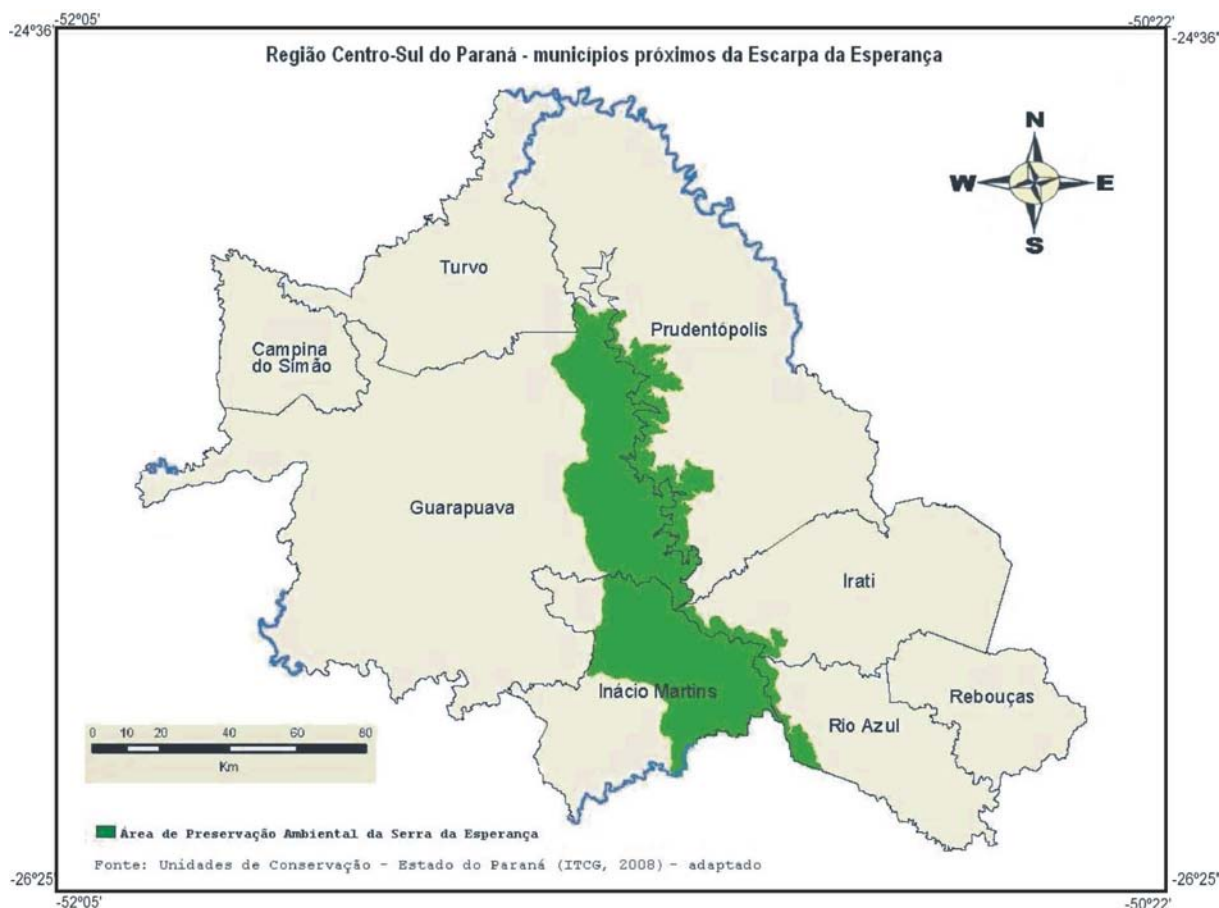
**Figura 1:** Guarapuava e Irati – Localização Geográfica

Os dois municípios estão divididos pela Escarpa da Esperança, também considerada divisor entre o Segundo Planalto e o Terceiro paranaenses. O Segundo Planalto, Planalto de Ponta Grossa ou Planalto dos Campos Gerais (onde se localiza o município de Irati), possui



limites naturais a leste com a escarpa Devoniana e, a oeste, com a Escarpa da Esperança (Serra Geral), conforme **Figura 2**.

As maiores altitudes do Segundo Planalto estão na Escarpa Devoniana (1.100 a 1.200m), declinando para sudoeste, oeste e noroeste. Os pontos mais baixos (350 a 560m) estão situados na parte norte, ligando o segundo com o terceiro planalto. A cidade de Irati localiza-se na extremidade sudoeste deste planalto, em sua porção inferior, a aproximadamente 900m de altitude. Já o Terceiro Planalto, por sua vez, está situado a oeste da Escarpa da Esperança, denominado Planalto de Guarapuava, ocupando cerca de 2/3 da área do Estado. É nesta feição geomorfológica que está localizado o município de Guarapuava (**Figura 2**). No início do reverso da *cuesta* as altitudes estão em torno de 1200m, decaindo em direção norte, noroeste e oeste, chegando a cotas próximas a 200m na calha do rio Paraná (MAACK, 1981). A cidade de Guarapuava localiza-se na extremidade sudeste deste planalto, em sua porção mais elevada, a aproximadamente 1100m de altitude.



**Figura 2:** Guarapuava e Irati/PR - Escarpa da Esperança (Área de Preservação Ambiental da Serra da Esperança)

Irati tem uma área municipal de 998,30 km<sup>2</sup> de extensão, sendo 70,92% (cerca de 708,00 km<sup>2</sup>) ocupada com atividades agrícolas (agricultura e pecuária), 4,92% (cerca de 41,92 km<sup>2</sup>) com o perímetro urbano legal (sede de Irati - 33 km<sup>2</sup> - e sede dos distritos legais)

e 24,88% (cerca de 238,48 km<sup>2</sup>) com áreas de preservação legal ou áreas não ocupadas (IRATI, 2004).

Guarapuava tem uma área total de aproximadamente 3.170 km<sup>2</sup>, sendo que somente 2,15% (68,27 km<sup>2</sup>) são destinados à área urbana da sede municipal. A extensão da área do município é a maior do Paraná (GUARAPUAVA, 2008).

Guarapuava apresenta um IDH-M de 0,773 (80<sup>a</sup> posição do Paraná) e Irati aparece com um IDH-M de 0,743 (185<sup>a</sup> posição do Paraná), índices considerados baixos para a região Sul do Brasil, demonstrando uma lenta evolução no desenvolvimento social e econômico dos municípios (IPARDES, 2003). Porém, a utilização do IDH-M como fator de caracterização das condições socioambientais de uma determinada área é questionável, pois a harmonia na realização sociedade-natureza nem sempre está associada à evolução de índices sociais, econômicos e culturais. Muitas vezes um IDH-M baixo pode representar um melhor equilíbrio das relações da sociedade com o meio em que vive.

A contestação da utilização do IDH-M como padrão de relações mais harmônicas entre sociedade e natureza, não perpassa, necessariamente, pela avaliação na qualidade de vida, mas sim na possível sustentabilidade dos recursos naturais, assunto amplamente discutido nos dias atuais. Um exemplo interessante é a sobrevivência de comunidades tradicionais, muitas vezes utilizando técnicas de plantio seculares e residindo em áreas sem a mínima infra-estrutura de moradia e saneamento. Estas comunidades conseguem manter um equilíbrio bem satisfatório com o meio em que vivem, mas são desprovidas de bens materiais e sociais importantes para a elevação do IDH.

Quanto ao recorte temporal, duas abordagens foram realizadas. Num primeiro momento foi necessário fazer a caracterização climática da área de estudo com base em dados cedidos por órgãos de monitoramento meteorológico. Desta forma, foram avaliados os dados disponíveis dos últimos 32 anos, tanto relativos a Irati como a Guarapuava, objetivando uma possível comparação.

Para a cidade de Irati, o Instituto Nacional de Meteorologia – INMET disponibilizou dados de precipitação, temperatura e umidade relativa do ar, referentes ao período de 1967 a 2007, perfazendo um total de 41 anos de dados. Já para Guarapuava, o Instituto Agrônomo do Paraná - IAPAR cedeu os dados dos mesmos elementos, mas que abrangem o período de 1976 a 2007, totalizando 32 anos. Entretanto, como a caracterização climática das duas cidades deveria representar um mesmo período, foi definido o intervalo de 1976 a 2007 para a realização da análise dos dados meteorológicos, visando a comparação das duas localidades e, portanto, o conhecimento mais detalhado da dinâmica climática da área de estudo.

Num segundo momento, foi realizado o monitoramento “*in situ*” das condições climáticas urbanas e rurais das duas cidades e ainda, do trajeto Irati até Guarapuava, tendo

sido escolhido o período de inverno de 2008, como situação ilustrativa do estudo. Os dados foram coletados nos meses de inverno em pontos selecionados para análise. Após a avaliação subjetiva da consistência dos dados coletados no período, foi possível considerar os referidos dados como suficientes para o estudo e comprovação da hipótese proposta.

Como a proposta de estudo pressupôs a interação entre escalas do clima, entende-se que ao se estudar qualquer fenômeno geográfico, a abordagem escalar a ser utilizada deve ser escolhida criteriosamente, propiciando a clareza na análise dos resultados obtidos.

As escalas topográficas foram avaliadas preliminarmente (1:100000 ou maior), possibilitando a distribuição mais representativa dos pontos de coletas de dados dentro da área de estudo. Para tanto, as cartas hipsométricas das duas cidades foram confeccionadas, tendo como bases cartográficas os modelos digitais do terreno cedidos pela Prefeitura Municipal de Guarapuava e Companhia de Saneamento do Paraná - SANEPAR.

Em seguida, foi efetuada a delimitação da escala temporal e espacial para identificação das tipologias climáticas existentes, baseando-se no regional como categoria elementar para se entender a dinâmica atmosférica (escala secundária) e no local para efetuar os levantamentos e análises das semelhanças e diferenças, tanto no ambiente urbano, como rural (escala terciária).

A utilização desta escala de trabalho se centrou na questão topoclimática, para a avaliação dos elementos e fatores climáticos, mas transcendeu este nível hierárquico, ao possibilitar também a descrição das características dos meios ambientes urbanos das duas cidades e de algumas especificidades que nortearam a colonização e formação dos dois municípios.

No nível temporal, a organização dos dados primários se restringiu ao inverno de 2008, enquanto os dados secundários foram organizados seguindo o padrão da Organização Meteorológica Mundial – OMM, ou seja, mínimo 30 anos, apesar de ter sido possível coletar e analisar dados de um período histórico de 32 anos, tanto para Irati como para Guarapuava.

As características sociais, culturais, políticas e econômicas do passado e do presente foram ressaltadas nesse nível escalar, deixando de ser uma escala quantitativa, para se tornar qualitativa. Entretanto, a discussão sobre definições e conceitos escalares será melhor efetuada no Capítulo 1.

Por fim, as escalas geográficas também foram utilizadas, com o objetivo de propor a articulação entre os elementos e fatores climáticos, mas também interagindo com a realidade dos diferentes ambientes, considerando elementos naturais e sociais que os integram e, ao mesmo tempo, os separam.

Sendo assim, a organização do trabalho efetuado constou de 4 capítulos que se seguiram, contemplando os objetivos e hipóteses apresentadas, através da utilização dos procedimentos metodológicos escolhidos para o desenvolvimento do trabalho.

No **Capítulo 1** a metodologia e os procedimentos adotados, são apresentados e avaliados. Esses procedimentos perpassam por uma escolha metodológica um tanto eclética, pois não foi possível eleger um único método de abordagem, mas uma possível relação entre dois ou mais métodos. Desta maneira, a abordagem sistêmica, amparada nas diversas metodologias e procedimentos associados, foi escolhida como método de trabalho, passando pela apresentação, discussão e justificativa de uso para cada um de seus procedimentos.

No **Capítulo 2** é feita a abordagem da questão relativa ao clima regional e suas influências, com enfoque para as diferenciações a partir do relevo. Para tanto, os temas necessários à compreensão destas relações perpassam pela configuração dos climas tropicais e extratropicais, salientando suas definições, limites e classificações. Da mesma forma, os estudos de climatologia local e regional são devidamente abordados, dando enfoque para as interações existentes nessas duas escalas de abordagem climática, em que o relevo possibilita diferenciações e semelhanças nas várias abordagens climatológicas.

Nesse mesmo capítulo também é feita a explanação sobre a necessidade de se compreender e delimitar a dinâmica do uso e ocupação do solo, por ser este um atributo essencial nas possíveis diferenciações de clima locais e regionais. Ao final do capítulo é apresentada, de forma sintética, a necessidade do entendimento das estruturas e formas das cidades, de forma geral, e das especificidades do clima de Irati e Guarapuava, buscando demonstrar suas semelhanças e diferenças.

No **Capítulo 3**, as características urbanas e climáticas das duas cidades estudadas (Irati e Guarapuava) são evidenciadas. Neste momento, o estudo de caso propriamente dito começa a ser abordado, sua configuração e suas relações socioambientais são descritas, passando pela delimitação de seus respectivos ambientes urbanos, tendo as cidades, de forma geral, como referencial, mas centrada na interação destas com o meio que a comporta e a define. Os dados socioeconômicos de Irati e Guarapuava são apresentados, centrados em informações censitárias do IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) e do IPARDES (Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social). Contudo, as informações relativas ao ambiente físico (relevo, altimetria e orientação das vertentes) das duas cidades também são enfocadas, mas através de mapas e cartogramas elaborados pelo autor ou a pedido deste. Seja através de dados primários ou secundários, as configurações do clima local e regional também são abordadas nesse capítulo, propiciando a necessária interpretação dos fatos e fenômenos geográficos que ocorrem na área de estudo.

No **Capítulo 4** é feita a análise dos resultados obtidos, buscando uma configuração climática para as duas realidades urbanas (Irati e Guarapuava) e a necessária associação

destas com o Clima Regional, considerando os aspectos do relevo principalmente, mas também outros fatores socioambientais identificados através da pesquisa. Todos os dados analisados (primários e secundários) permitem a configuração do clima urbano das duas cidades de forma um pouco distinta, ou seja, a influência dos aspectos regionais e a dinâmica do clima local.

Por fim, nas **Conclusões e Considerações Finais**, é retomado todo o histórico da construção da tese e evidenciado o desenvolvimento teórico e metodológico da temática, mas, sobretudo, são dadas as respostas às indagações propostas.

## **CAPÍTULO 1: ESTUDO DO TOPOCLIMA DA REGIÃO DE GUARAPUAVA E IRATI: A INTERAÇÃO DE ESCALAS E OS PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS ADOTADOS**

O conhecimento científico é permanentemente transformado e o ganho intelectual se renova a cada geração. A Geografia, enquanto ciência moderna, passou por diversas fases em sua maturidade científica, pautada nas necessárias transformações de seus métodos e metodologias. Desde o período clássico, a propagação do conhecimento geográfico é, normalmente, difícil de ser separada em partes bem definidas, mesmo que seu estudo epistemológico reflita e consiga caracterizar com eficiência cada um dos momentos de sua evolução.

O fato incontestável é que a diferenciação vislumbrada nos métodos utilizados e, conseqüentemente, nas metodologias e procedimentos, torna mais fácil a identificação da tendência teórica e conceitual da pesquisa realizada, permitindo, inclusive, a distinção das épocas em que os estudos foram realizados.

Desta maneira, mesmo entendendo que métodos, metodologias e procedimentos são inerentes ao desenvolvimento da pesquisa, apesar de, muitas vezes, estarem desvinculados da proposta apriorística, convém apresentar, detalhar e justificar o referencial utilizado neste estudo.

### **1.1 As escalas (climáticas, cartográficas e geográficas) enquanto elementos de análise**

Segundo Turner (1989), a palavra escala é usada de maneiras distintas e seus aspectos variam bastante no tempo e no espaço. O correto uso da escala é fundamental para pesquisas geográficas, mas as dificuldades em diferenciá-las, principalmente com relação a sua definição – cartográfica ou geográfica, são extremas.

Tratando especificamente da utilização de escalas em climatologia, Ayoade (1996) enfatiza que a escala temporal para análise climática, segundo critérios formulados pela Organização Meteorológica Mundial – OMM, refere-se à síntese do tempo durante um período de 30-35 anos.

O período de trinta anos, proposto e aceito pela comunidade científica desde o início do século XX, é normalmente utilizado para análise de condições climáticas. A limitação dessa análise a um período de trinta anos não é estática, podendo ser adaptada, sendo aumentado ou diminuído o período de análise. Entretanto, quando o objetivo central é caracterizar estatisticamente o clima, um período menor do que esse não consegue refletir a realidade climática, pelo menos é o que se confirma quando os dados são analisados com o rigor estatístico adequado.

Contudo, existem duas maneiras distintas de se utilizar escalas, uma é a espacial e a outra é a temporal. A escala temporal, ligada à caracterização e tipologia climática, é mais

comumente utilizada, todavia, períodos de dados inferiores servem para outras abordagens. Mendonça e Danni-Oliveira ressaltam que “A escala climática diz respeito à dimensão, ou ordem de grandeza, espacial (extensão) e temporal (duração), segundo a qual os fenômenos climáticos são estudados” (2007, p. 22). Estas ordens de grandeza podem variar bastante, dependendo do objeto ou objetivo do estudo, mas, de forma geral, as dimensões climáticas podem ser utilizadas conjuntamente, indo do microclima (ruas e edificações) até o macroclima (global, oceanos, continentes), onde as escalas espaciais são inseridas umas nas outras. Da mesma forma, as escalas temporais também variam, necessitando de trinta anos ou mais para classificações climáticas, mas podem ser inferiores (até diárias), quando o estudo pretende fazer diagnósticos locais e/ou regionais com base na dinâmica socioespacial.

Quando se trata de estudos sazonais, em que o critério de análise está centrado em comparações entre eventos opostos, a utilização de períodos curtos é possível, selecionando-se dias típicos de inverno e de verão, por exemplo. Tal comparação propicia a interpretação das variáveis climáticas numa escala reduzida, porém confiável, indicando as características próprias de diferentes estações do ano sem, necessariamente, utilizar o comportamento médio dos elementos e fatores do clima.

No que se refere à escala espacial e sua relação a métodos e escalas climáticas, Sant’Anna Neto (1998) faz uma referência histórica a alguns dos precursores deste tema, tais como: Claval, Bertrand, Ribeiro e Monteiro, que trataram a temática relativa à escala de análise espacial em vários de seus trabalhos e propuseram metodologias específicas. O autor enfatiza que, na análise de processos (segundo os tipos ou classes de tempo, a variabilidade e a tendência têmporo-espacial), os agentes que regulam os sistemas habituais devem ser considerados e principalmente os seus episódios excepcionais. Salienta, ainda, que a topografia, o solo, a drenagem e o regime hídrico interagem com os padrões climáticos de uma determinada realidade, dando uma configuração única para a paisagem.

Seguindo esta linha metodológica, Mendonça & Danni-Oliveira (2007) enfatizam que as ordens de grandeza, espacial e temporal devem ser estudadas a partir da compreensão dos elementos (precipitação, temperatura e umidade) e fatores (latitude, longitude, maritimidade, continentalidade, vegetação e relevo) climáticos. A combinação dinâmica desses aspectos irá influenciar na escolha da escala a ser utilizada. Para tanto, a organização dessa escala passaria por uma avaliação da grandeza espacial: macroclima (compreendendo áreas com distâncias acima de 2000km); mesoclima (distâncias entre 10 a 2000km); e microclima (de 10km a alguns metros).

Desta forma, a escala espacial está conectada com a escala temporal, pois a última representa um mínimo de observações de acordo com a grandeza espacial adotada. Por isso, a observação na escala macroclimática deve ir de várias semanas até vários decênios,

enquanto na escala mesoclimática pode variar de algumas horas até alguns dias e, por fim, na escala microclimática, esse procedimento pode ter a duração de alguns minutos até um dia.

Ao se efetuar uma subdivisão das ordens de grandeza espacial, é possível identificar que a escala mesoclimática apresenta três subdivisões: clima regional, clima local e topoclima. Essas subdivisões estão ligadas à dimensão da região natural, de uma montanha, de uma região metropolitana, de uma cidade, etc. (MENDONÇA e DANNI-OLIVEIRA, 2007).

No presente estudo, foi contemplada apenas a subdivisão da escala mesoclimática, por ser ela uma unidade intermediária entre a grandeza superior e a inferior do clima e por contemplar a interpretação tanto dos climas de cidades como das regiões onde estas se inserem.

Monteiro (1976) argumenta que a identificação de ordens de grandeza e seus respectivos graus de organização são um desafio da Geografia, desde quando foi concebida. O Sistema Clima Urbano - SCU, por ter a ascendência da TGS, não se preocupa com o fracionamento das partes, mas com as relações entre elas, propiciando a necessária organização da paisagem. Ressalta, também, que a Geomorfologia e a Climatologia tratam as unidades espaciais de análise com as mesmas designações, geralmente numerosas, que podem dificultar a interpretação do trabalho a ser realizado.

Monteiro (1976), ao comentar as questões relativas às escalas de trabalho, tanto na Geomorfologia quanto na Climatologia, enfatiza que as relações existentes nas ordens de grandeza superiores são mais facilmente identificáveis, mas tornam-se discutíveis e passíveis de adaptações, quando são efetuadas investigações nas ordens inferiores. Para tanto, ressalta que a escola francesa de climatologia propôs uma classificação simples e objetiva, segundo a qual o clima deve ser estudado em três níveis escalares: climas zonais, climas regionais e climas locais. Essa abordagem culminou com a designação de mesoclima para os níveis climático, bioclimático e microclimático.

Percebe-se que é possível estudar as relações existentes nas investigações climatológicas por meio da escala cartográfica, mas, é na utilização da escala geográfica que surge a complexidade inerente à Climatologia Geográfica. A correspondência ou equivalência entre as escalas, infelizmente, não acontece, mesmo que elas estejam relacionadas.

Monteiro (1976), comentando a dificuldade em definir a abordagem escalar e reforçando o problema no estudo das grandezas inferiores, afirma que o microclima é o que tem a maior variedade de elementos relacionados e que, muitas vezes, não tem seu limite bem definido, mesmo que se utilize a altura, ou seja, não há que se falar em microclima, quando o objeto de estudo e suas relações estiverem ocorrendo a mais de 2 metros do solo. Contudo, o estabelecimento de limites rígidos para o tratamento escalar na climatologia é



inútil e pouco produtivo. O estudo do clima das cidades, por exemplo, pode ser considerado local ou microclimático e, em outros momentos, ser tratado na perspectiva regional.

A vinculação das escalas climáticas à abordagem ge ecológica francesa torna-se um exercício desafiador, mas possível de ser realizado, com uma certa adaptação das escalas inferiores, pois a subdivisão do clima local não pode ser realizada com rigidez. Neste sentido, é importante frisar a afirmação de que a subdivisão escalar no nível inferior pode seguir o seguinte raciocínio:

Em primeiro lugar, proponho mesoclima. Nesse caso, há uma concordância com o quadro de Tricart & Cailleux. Não deverá haver aí qualquer confusão com escala de tratamento; o sentido é de que ele é uma subdivisão, uma parte (não obrigatoriamente metade, mas forçosamente fração) da unidade básica, se assim concordarmos que o clima local é a unidade básica de observação meteorológica. Um mesoclima pode ser um conjunto de topoclimas...[...], diria que mesoclimas poderiam ser identificados nos compartimentos básicos da morfologia, em termos de várzea, espigão central, colinas periféricas, vertentes serranas, etc (MONTEIRO, 1976, p. 109-110).

Percebe-se que o tratamento taxonômico utilizado culmina com a ideia de que o mesoclima estaria no limite entre o clima regional e o microclima, que as abordagens relativas ao clima local possuem nomenclaturas e classificações complexas, mas que exprimem uma relação inequívoca com o topoclima.

A organização das abordagens geográficas para climas em diferentes escalas, seguindo critérios cartográficos e analíticos, torna-se um esforço de aprendizado interessante. O clima regional e o sub-regional, considerando também a escala topográfica, podem ser facilmente associados à circulação secundária e aos fatores geográficos regionais (política, cultura e economia, por exemplo), levando a uma avaliação sintética, mas normalmente genérica, das causas e efeitos existentes.

É na escala local, representada cartograficamente por grandezas superiores a 1:50.000, que as relações são mais facilmente identificadas, mas, ao mesmo tempo, tornam-se mais complexas, pois a variedade de elementos e fatores encontrados define que as técnicas de análise devem ser especiais, não permitindo métodos e metodologias generalistas. O exemplo do estudo topoclimático e da realidade das cidades, indo do fato urbano até a habitação do indivíduo (citadino), torna-se exemplo de identificação do espaço geográfico, pois a combinação do “natural” com o “artificial” é claramente identificada nesta escala de trabalho.

Essa combinação está no bojo da definição de espaço geográfico, o qual

...é formado por um conjunto indissociável, solidário e também contraditório, de sistemas de objetos e sistemas de ações, não considerados isoladamente, mas como um quadro único no qual a história se dá. No começo era a natureza selvagem, formada por objetos naturais, que ao longo da história vão sendo substituídos por objetos fabricados, objetos técnicos, mecanizados e, depois cibernéticos, fazendo com que a natureza artificial tenda a funcionar como uma máquina... (SANTOS, 2006, p. 39).

A relação, às vezes contraditória, dos elementos da natureza com a realidade social define um espaço complexo e dinâmico, chamado de geográfico, passível de ser interpretado pelo fenômeno social ou natural que o particulariza. A noção de complexidade inerente a esse espaço, eleva-o a uma categoria de análise difícil de ser cartografada, exigindo uma síntese bem articulada, que deve considerar as particularidades das partes que o compõem.

A avaliação dos impactos causados pelas modificações sociais no meio natural, considerando a amplitude espacial e temporal, demonstra possíveis relações de causa e efeito, mas nem sempre possíveis de serem mensuradas como um todo, sendo mais aconselhável a análise em separado, para, ao final, tentar uma articulação integrada dos seus efeitos. Da mesma maneira, os limites que os fatos naturais exercem sobre a organização social dificultam a homogeneização do espaço geográfico.

A realidade inerente ao espaço geográfico, complexa e mutável, reforça a necessidade da delimitação detalhada da escala de abordagem mais adequada. As acepções dessa escala passam por duas premissas: a primeira é quanto à origem dos eventos a serem estudados e a segunda está relacionada ao impacto causado por eles, principalmente porque o período histórico em que ocorrem pode ser distinto e, mesmo que seja considerado semelhante, jamais terá o mesmo impacto, pois dificilmente eles se repetem uniformemente, num mesmo lugar e numa mesma época. Por isso, a palavra escala é melhor associada a um dado momento e não, necessariamente, a um dado local, pois a repercussão da ocorrência de um elemento pode extrapolar o local de sua formação, dependendo de quando ocorrer, quanto durar e qual sua origem. Tal afirmação está centrada na força de propagação desse evento (social ou natural), vinculada à necessidade de expansão das suas repercussões, que podem ser inerentes ao fenômeno ou externos a ele (SANTOS, 2006).

A superposição de tempos e locais torna-se inadequada, pois mesmo que a escala seja selecionada pela noção de espaço, as relações ocorridas e os resultados obtidos, são diferentes e dificultam sua unicidade. A articulação entre os diversos eventos pode generalizar a compreensão do espaço, pois tem a capacidade de explicar as diversas maneiras de entendê-lo. Para tanto, a descoberta da amplitude de seus efeitos, em algumas ocasiões vai enaltecer suas semelhanças e em outras, as suas diferenças, principalmente pela combinação de tempo, local e possíveis relações.

Santos (2006) ressalta, ainda, que os eventos são atuais, absolutos, individuais e sucessivos, mas se estendem uns sobre os outros, criando noções de lugar, tempo e sequência, que os unem. Apesar dessa união não ser sempre estável, suas particularidades criam uma noção de escala atemporal e suas relações tendem a explicar causas e efeitos dos mais diversos. Por isso, a ocorrência de um evento pode repercutir imediatamente após seu surgimento, como pode demorar vários anos ou décadas para ser percebido. Da mesma maneira, a avaliação escalar pode contemplar o local e seus efeitos extrapolar para o

global e, ao contrário, pode ser genérica (globalizada) e seus efeitos serem facilmente perceptíveis no local.

No tocante ao estudo sobre as relações dos elementos e fatores do clima entre si e destes com o ambiente social com os integram, a concepção de escala também pode ser destituída de um limite temporal e espacial, mas é necessário definir suas origens no tempo e no espaço, visando entender as possíveis repercussões. O que ocorre em um local por algumas horas, pode não influenciar o regional, mas se o fenômeno continuar ocorrendo por vários dias, meses ou anos, o impacto pode rapidamente ser percebido regionalmente. Já a alternância dos tipos de tempo na escala regional é facilmente percebida no local, quase que instantaneamente, entretanto, suas respostas podem ser diferenciadas, dependendo das características deste local.

A superfície abrangida por um mesoclima (escala climática) pode ser muito variável e fazer referência a situações bastante particulares do ponto de vista de exposições, declividade ou altitude, por exemplo. Muitas vezes, o termo topoclima é utilizado para designar um mesoclima onde a orografia constitui um dos critérios principais de identificação, como por exemplo, o clima de um vale ou de uma encosta de montanha. Deste modo, uma área cada vez mais abrangente pode ser climaticamente reconhecida para um nível cada vez mais alto, ou seja, a partir de uma reunião de microclimas (primeiras dezenas de metros acima da superfície) ter-se-á a definição de um topoclima (em torno de 100m). Estes topoclimas, espacialmente distribuídos, podem definir um mesoclima específico (entre 1km e 2 km).

Geiger (1961) defende a sequência de ideias acima, mas, com base em seus próprios experimentos e em outros tantos discutidos por ele, define que as relações existentes na escala topoclimática são bem complexas. Os elementos e fatores climáticos interagem mutuamente no tempo e no espaço, de maneiras variadas, tornando a escolha da escala de abordagem extremamente difícil. A influência recíproca das relações sociais e naturais é perceptível e mais heterogênea, mas somente as relações específicas entre os elementos da natureza definem sua complexidade.

O vento, por exemplo, é o elemento climático que transporta calor de um local para outro. Na escala topoclimática, o seu efeito é facilmente percebido através da sensação térmica, em que a maior velocidade do vento tende a diminuir a temperatura aparente do ar. No mesmo sentido, mas numa análise de processos verticais, a ocorrência dos ventos catabáticos e anabáticos é bastante elucidativa. O primeiro tende a transportar o ar mais frio dos pontos mais elevados de vales e montanhas, para os pontos mais baixos, processo que ocorre normalmente durante a noite, até as primeiras horas do dia. Já o segundo, apresenta o padrão inverso, transportando o ar quente acumulado durante o dia em locais mais baixos, para locais mais altos, processo que ocorre até o início da noite.

Ventos de montanha e de vale podem se desenvolver em qualquer parte onde haja variações significativas do relevo. Esses ventos são, em parte, de origem térmica, definido pelo fato de que as partes altas de uma montanha se aquecem mais depressa que os fundos dos vales. Durante o dia, os topos de vales são aquecidos mais rapidamente e o ar que estava sobre as encostas, então, fica mais leve e sobe ainda mais, sugando o ar mais abaixo. Como os ventos anabáticos trazem o ar mais úmido dos vales, muitas vezes eles são acompanhados pela formação de nuvens *cumulus* sobre as montanhas ou perto delas. À noite, o diferencial de pressão é invertido, provocando resfriamento dos planaltos muito mais rapidamente que os vales, por causa das perdas de radiação terrestre. O ar frio e denso, então, desloca-se vertente abaixo para as depressões e vales. Tais ventos frios são conhecidos como ventos de montanha ou ventos catabáticos e são comumente citados como a causa da incidência de geada nos vales e depressões de áreas montanhosas (VAREJÃO-SILVA, 2001).

Dessa maneira, é possível afirmar que o topoclima normalmente está relacionado com a situação topográfica de uma determina área. Ao se considerar a atividade agrícola, por exemplo, as vertentes voltadas para a face norte de exposição (Hemisfério Sul), permitem maior insolação e protegem a cultura dos ventos frios do sul, que provocam danos nas folhas e nos ramos novos da maioria das plantações típicas dos trópicos. À noite, a configuração dos terrenos (alta e baixa encosta) influencia na formação de neblina, orvalho e geadas. As áreas planas, côncavas ou de baixada, onde a drenagem do ar frio é pequena, são mais sujeitas ao resfriamento e à formação de geadas. Nessas áreas, delimitadas pela escala topoclimática, a arborização, com faixas de vegetação arbustiva, pode ser um fator positivo no equilíbrio parcial do balanço radiativo.

Por apresentar complexidade semelhante, o microclima pode ser, muitas vezes, confundido com o topoclima. A variabilidade dos elementos do clima nesta escala, está dependente da cobertura do solo, que quando está totalmente coberto, com uma vegetação gramínea, arbustiva ou arbórea, recebe menos calor. Em contrapartida, quando o solo está limpo, recebe radiação solar direta e armazena calor durante todo o dia, mas seus efeitos são mais evidentes durante a noite, quando este calor armazenado irá manter a superfície e o ar próximo mais quente. Dessa relação de uso e ocupação do solo com a quantidade e duração da radiação solar resulta a maior ou menor quantidade de insolação, umidade, temperatura do ar e do solo, além da movimentação predominante do ar.

Por isso, quanto mais heterogênea a forma de uso e ocupação do solo, mais difícil será entender a dinâmica do clima nas escalas topo e microclimática. Considerando-se também a morfologia do relevo, principalmente com relação às diferenças altimétricas e suas rugosidades, as diferenças existentes nas trocas de calor, tanto convectivas como advectivas, são bastante variáveis no tempo e no espaço.

Ao se tentar relacionar os aspectos locais com os regionais, a complexidade, a intensidade e a frequência dessa variabilidade aumentam, tornando, muitas vezes, totalmente impossível de se identificar uma relação ou articulação. Este é o desafio desta tese, porque quando um município, uma cidade ou uma encosta, tem um clima diferenciado do clima regional, pode se chamar de topoclima, contudo, quando este clima tem influências mais particulares ainda, chama-se microclima, podendo ser identificado em uma residência, embaixo de uma árvore ou em um determinado vale. A busca pelas relações existentes nessas escalas pode evidenciar um clima típico da região, mas também apontar as diferenças existentes entre os vários locais, dependendo da escala (lente) a ser utilizada.

A cidade, enquanto objeto de estudo, pode ser considerada uma paisagem analisada na escala topológica ou topoclimática, o que demonstra a possibilidade de avaliar o clima local de uma determinada área. Da mesma forma, as características estruturais e morfológicas do relevo também podem ser estudadas seguindo o mesmo critério; neste caso, a cidade estará inserida na escala regional. Diante disso, presumiu-se a necessidade da interação das escalas regional e topológica no presente estudo, que avaliou tanto a diferenciação urbana entre duas cidades, como as características do relevo onde estão localizadas, buscando evidenciar a interação de escalas dos fenômenos climáticos.

A definição de escala, entretanto, deve passar por outras considerações e, nesse sentido, Castro ressalta que: “A análise geográfica dos fenômenos requer objetivar os espaços na escala em que eles são percebidos...” (2002, p. 120). A ideia de se escolher uma escala de trabalho, seja ela cartográfica ou geográfica, deve estar totalmente relacionada com o objeto e o objetivo do trabalho. O fenômeno a ser investigado pode necessitar de escalas diferenciadas, nem sempre unitárias ou articuladas, mas representativas da complexidade existente no espaço geográfico.

Castro (2002) continua sua reflexão no sentido de que a literatura francesa coloca a escala como problema metodológico, embasada na premissa do possível risco de misturar a escala cartográfica com a complexidade do fenômeno. Tal avaliação possibilita entender que o tempo de duração dos fenômenos, de acordo com a escala utilizada, define o fato ou processo que ocorre. Existe também uma outra avaliação, considerada um problema teórico, em que alguns conceitos da Geografia (espaço, território, fenômeno e rede) poderiam definir aspectos e escolhas escalares das mais diferenciadas. Definir a escala enquanto problema metodológico ou teórico é o princípio da sua escolha, podendo representar investigações, análises e resultados totalmente diferenciados, mas, na essência, os maiores definidores desta escolha estão centrados no objeto e no objetivo da pesquisa.

A escala de abordagem pode ser definida pela duração dos fenômenos (social ou natural), mas tal procedimento deve priorizar o processo, ou seja, a duração e a consequência do fenômeno devem ser perfeitamente compreendidas, dentro de um determinado período.

Desta forma, não é a medida deste período (curto ou longo) que vai influenciar na identificação do fenômeno, mas sim a possibilidade de explicar o início, o meio e o fim do processo a ser estudado.

Como conceituar tempo para uma escala de abordagem? O conceito de tempo varia bastante de época para época e de lugar para lugar. Na realidade, é o local do fenômeno que responde melhor esta pergunta, pois é sua localização que vai possibilitar a identificação do fato geográfico. Contudo, é o pesquisador que o define através de sua perspectiva, mesmo que utilize a escala como método separativo ou conjuntivo, criando uma certa ordem espacial.

A escala temporal, principalmente, vai ser bastante diferenciada de acordo com a área de especialização, por isso, para o astrônomo, bilhões de anos é pouco; para o geólogo, milhares de anos é algo razoável; para o climatólogo, dezenas ou centenas de anos é uma escala média; para o cientista social, a escala de dezenas de anos já é bem complexa.

Na Geografia Física, os recortes temporais e espaciais são bem definidos, mas quando se busca a relação com outras áreas do conhecimento, a complexidade dessas relações dificulta a utilização de uma única escala de análise, tanto cartográfica, como geográfica. A escala para a Geografia Física pode representar um fenômeno natural, mas a representação dos fenômenos sociais no espaço físico implica um maior grau de complexidade na análise a ser feita.

A escala deve considerar a percepção, a representação e a avaliação do fenômeno, sendo interessante considerar que, enquanto teoria conceitual, muitas vezes ela não poderá responder aos questionamentos suscitados na pesquisa, pois a própria busca conceitual envolve uma rede de elementos e fenômenos que poderão inviabilizar o processo em si.

A escala abordada pelas ciências sociais ganha uma complexidade muito maior, porque considera a origem, a atuação e o reflexo do fenômeno estudado, por isso, um mesmo recorte espacial pode obedecer a lógicas de análises geográficas bem distintas. Uma cidade pode ser analisada na perspectiva do fenômeno da urbanização local, mas também pode ser estudada sob a égide da globalização. A representação cartográfica e as variáveis geográficas dessas escalas de abordagem são bem distintas, mesmo que o objeto de estudo permaneça o mesmo.

Ainda tratando sobre a utilização da escala, é interessante refletir sobre a seguinte questão:

A escala é, na realidade, a medida que confere visibilidade ao fenômeno. Ela não define, portanto, o nível de análise, nem pode ser confundida com ele, estas são noções independentes conceitual e empiricamente. Em síntese, a escala só é um problema epistemológico enquanto definidora de espaços de pertinência da medida dos fenômenos, porque enquanto medida de proporção ela é um problema matemático (CASTRO, 2002, p. 123).

Se lugar, espaço e território são conceitos e categorias de análise tipicamente geográficas, seria de se esperar que a escala de abordagem fosse especificamente associada a

essa ciência. Entretanto, esta não é a realidade, pois, normalmente, é o nível de análise a ser efetuado que define a utilização da escala, na maioria das vezes vinculada a sua definição cartográfica.

A representação material de um determinado fenômeno, mesmo sendo atemporal e adimensional, pressupõe uma relação de grandeza matemática que, associada à necessidade de um recorte espacial, define a escala cartográfica como ponto de partida, pois é ela que possibilita a visibilidade do fenômeno em um determinado lugar, espaço ou território. Esta é uma constatação mais evidente ainda, quando o(s) elemento(s) ou fenômeno(s) estudado(s) está(estão) associado(s) à natureza primeira, aquela mais ligada às concepções astronômicas, físicas e geológicas, do que sociais.

Por tudo isso, a presente pesquisa elegeu a escala topoclimática como categoria de análise suficiente para o desenvolvimento da hipótese proposta. Mesmo que a discussão sobre a utilização de escalas (cartográficas ou geográficas) seja inerente ao tema, a escolha do objeto de estudo (cidades e a região em que se inserem) levou ao necessário recorte espacial e temporal. Para tanto, os dados coletados no ambiente urbano e seus arredores (rural) foram definidos a partir da escala cartográfica, objetivando a menor generalização possível.

Contudo, a análise sintética efetuada ao final do trabalho, vislumbrou também a utilização da escala mesoclimática, mais associada à perspectiva regional. As escalas climáticas estão interligadas com as grandezas cartográficas, mas as relações inerentes à circulação das massas de ar e sua influência local e regional podem variar bastante no tempo e no espaço, principalmente, quando os fenômenos sociais forem considerados como possível interconexão.

## **1.2 Metodologia e métodos da pesquisa**

As discussões teóricas sobre a metodologia a ser adotada apontaram para a utilização da análise sistêmica, por apresentar boa possibilidade de dar subsídios a um planejamento urbano e geoecológico na região de estudo. Essa escolha metodológica não foi arbitrária como pode parecer, pois outras metodologias (ou métodos) foram avaliadas no decorrer da construção da tese, começando pela dialética pura e simples, momento em que a possibilidade de trabalhar com dados climáticos e associá-los à percepção ambiental, por exemplo, poderia promover um “debate” entre a percepção dos habitantes da área de estudo e a configuração sistemática dos dados relativos aos elementos do clima. Esse procedimento evidenciou que a análise sistêmica e a dialética não são métodos contraditórios; são, muitas vezes, complementares e ambos podem ser utilizados no mesmo trabalho.

A análise sistêmica pressupõe um conjunto de métodos em que o pesquisador não escolhe uma especificidade metodológica, pois a utilização de dados, as informações e análises específicas definem o método por si só (BERTALANFFY, 1975). O tema escolhido

(interações escalares - clima urbano e clima regional) apresenta uma variedade de informações onde a análise sistêmica é propícia, por relacionar subsistemas que podem ser considerados partes do todo.

O estudo dos aspectos climáticos da cidade, sob uma perspectiva conjuntiva e integradora, aponta os atributos fundamentais que particularizam os estados atmosféricos. O contraste das interferências urbanas com os espaços circundantes, reafirma a concepção de clima ligada à dos estados médios atmosféricos sobre dado lugar, delineando uma preocupação geográfica e sistêmica para as características do clima urbano, perspectiva concebida na articulação do SCU - Sistema Clima Urbano (MONTEIRO, 1976).

A frase grifada acima denota uma crítica metodológica, principalmente quando a temática envolve a relação clima/cidade. A concepção do SCU busca uma integração mais esclarecedora das relações existentes, não utilizando a concepção de clima apontada, mas reforçando que a mesma é bastante usual. Mesmo com a utilização de estados médios atmosféricos, a síntese não deve se ater a esse detalhe, mas sim a todas as ocorrências, inclusive aos eventos extremos, normalmente causadores de problemas urbanos mais acentuados.

A temática escolhida para a realização desta tese possui uma interação entre o clima regional e o clima local, exigindo o estudo do clima segundo a dinâmica da urbanização, que representa parte importante das investigações realizadas. A abordagem do SCU não poderia ser desconsiderada na elaboração da tese, entretanto, tal sistema foi simplesmente o ponto de partida para as investigações que se fizeram necessárias.

A análise do clima urbano, mesmo que não venha a ser rigorosamente feita através do SCU, não pode desconsiderar sua amplitude e importância enquanto modelo de abordagem de uma área com especificidades tão marcantes, como é o caso da cidade. Isto se explica, porque este sistema contempla a maioria, senão todas as relações que ocorrem num ambiente urbano e, principalmente, sua hierarquia.

Por tudo isso, entende-se que essa metodologia (SCU) foi criada e é utilizada especificamente para estudos de clima urbano, podendo ser considerada como uma ferramenta de investigação científica genuinamente ambiental, que considera todos os aspectos relativos ao ambiente natural sem, contudo, abandonar as características sociais relevantes à avaliação do local a ser estudado. Outras tantas metodologias abordaram e abordam a problemática ambiental, mas como o foco de interesse deste estudo se voltou ao estudo dos climas urbano e regional, entendeu-se ser conveniente utilizar essa referência para discutir os aspectos da abordagem ambiental em um trabalho tipicamente geográfico.

A articulação conceitual que envolve o SCU, justificada pela complexidade do estudo do clima urbano em suas mais diversas variáveis, envolve a problemática apontada na presente



pesquisa, podendo-se notar que o subsistema termodinâmico é o que mais se associa às questões propostas, necessitando, entretanto, de adaptações, pois algumas das variáveis nele contidas não foram estudadas. Esta adaptação se restringiu à delimitação do estudo da temperatura e umidade relativa do ar, mesmo que em algumas análises a direção e velocidade do vento também tenham sido consideradas, associadas à nebulosidade e à precipitação.

Monteiro (1976, p. 126) aponta como características essenciais ao desenvolvimento de pesquisas no canal termodinâmico, alguns elementos: Conforto térmico, Atmosfera, Radiação, Circulação horizontal, Transformação no sistema, Ilhas térmicas, Controle do uso do solo, Tecnologia de conforto ambiental, Natureza e homem, entre outros. Desses elementos, a presente proposta centrou-se apenas na do uso do solo; atmosfera (temperatura e umidade do ar); natureza e homem (sociedade) e transformação no sistema.

O Sistema Ambiental Urbano - SAU, foi eleito como a metodologia mais adequada ao presente estudo, porque está fundamentado nas concepções do SCU de Monteiro (1976) e do Sistema Ecológico Urbano do PNUD/UNOPS (1997) que aparecem detalhadas, além de buscara interpretação da realidade urbana, essa proposta busca relacioná-la com a complexidade socioambiental que a cerca (MENDONÇA, 2004). O SAU toma a cidade como um todo, um sistema complexo e aberto, composto de três subsistemas: o Subsistema Natural e o Subsistema Construído, que juntos formam seu *input*, e o Subsistema Social, que define os atributos do sistema.

Os três subsistemas citados, por sua vez, são compostos por diversas instâncias, mas a natureza, quando se manifesta em episódios abruptos e impactantes, também aparece como dinamizadora do sistema. Os dinamizadores do SAU são: a Dinâmica da Natureza e a Dinâmica da Sociedade. Essa concepção metodológica, apesar de ter sido criada essencialmente para a análise de sistemas urbanos, não deve ser restrita a somente eles, pois existe a possibilidade de adaptá-la para quaisquer estudos que envolvam o dinamismo das relações da sociedade com a natureza.

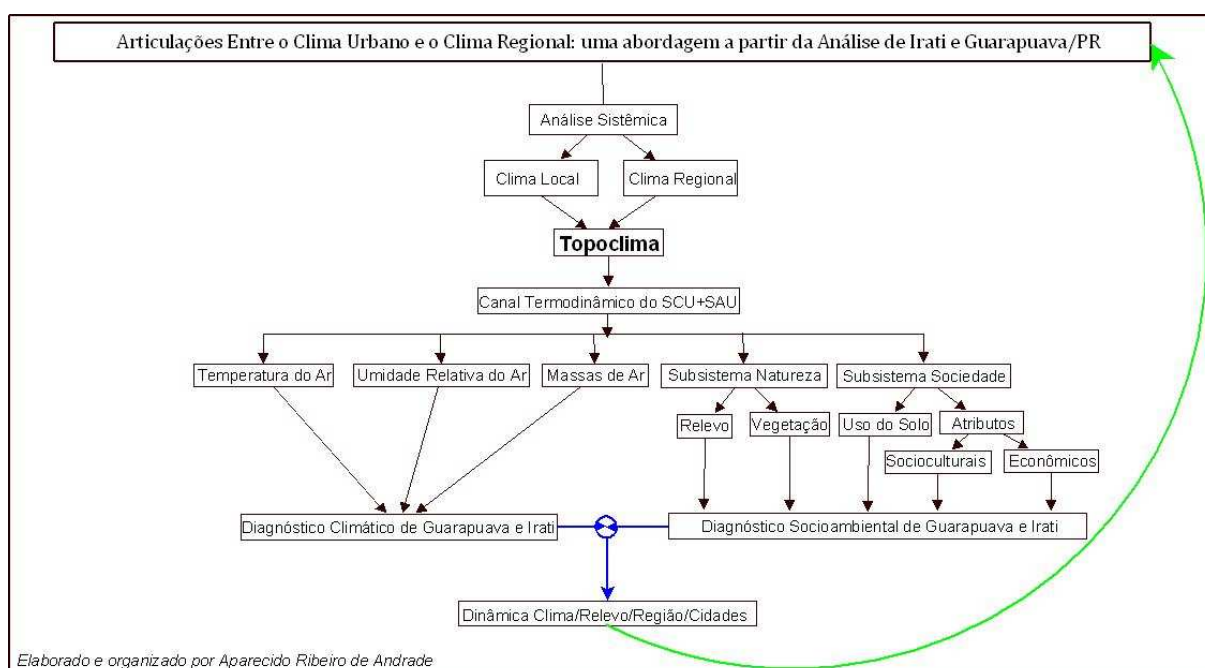
Essa proposta pode promover a discussão, a partir da interação dos seus subsistemas, dos problemas socioambientais urbanos, para os quais devem ser buscadas soluções aplicáveis ao planejamento e à gestão socioambiental urbana. Esse fato ou proposta representa um avanço nos estudos da problemática urbana numa perspectiva interdisciplinar, delineando oportunidades da integração de profissionais de vários ramos do conhecimento científico e, apesar de não ser pioneira dentro da temática, apresentando um esboço bem elaborado desta possível integração.

O SAU permite, ao mesmo tempo, uma abordagem ampla dos impactos socioambientais urbanos e o aprofundamento em seus distintos aspectos e diversidades escalares. Esta questão foi abordada na presente pesquisa, principalmente no tocante à inter-relação dos subsistemas NATUREZA e SOCIEDADE, que envolvem a temperatura, a

umidade e o movimento do ar. Porém, para o estudo do clima intraurbano e do clima regional, entendendo o último não só como rural-urbano, mas também urbano-urbano e rural-rural, numa perspectiva mais ampla quando se trata do estudo e comparação da realidade entre duas cidades. Esta perspectiva está relacionada ao sítio, ao fato urbano e ao entorno que os caracterizam, tornando-se imprescindível uma adaptação dos métodos utilizados especificamente em climatologia urbana.

Por isso, utilizando o SAU como ponto de base do roteiro metodológico, foi possível e necessária, uma livre adaptação para a realização da presente pesquisa. A observação da **Figura 3** deixa clara a intenção em utilizar os parâmetros relevo, ar e ocupação do solo do subsistema natural, relacionados ao uso do solo urbano e rural do subsistema sociedade. A análise, numa perspectiva cultural e econômica, subsidiou a elaboração de um diagnóstico ambiental-climático da área, objetivando uma proposta para um possível planejamento e gestão socioambiental.

A **Figura 3** consiste nas investigações realizadas, em que os *inputs* do sistema são bem caracterizados pelas análises realizadas (temperatura e umidade do ar, massas de ar, condições do relevo, ocupação natural do solo e uso social do solo). Com relação aos atributos, ressalta-se que a economia local foi investigada a partir de dados censitários disponíveis, além da evolução socioeconômica descrita na bibliografia consultada. Da mesma forma, os aspectos culturais também se prenderam à análise da bibliografia, principalmente no que concerne à representatividade étnica preponderante, definindo formas de uso e ocupação do solo, principalmente.



**Figura 3:** O clima regional e urbano de Irati e Guarapuava/PR – Esquema metodológico.

Dessa forma, as influências recíprocas da dinâmica climática com as formas do relevo, analisadas no âmbito dos atributos sociais pertinentes à área de estudo, subsidiaram os resultados da investigação proposta. Os atributos do SAU foram utilizados para a área de pesquisa, enquanto possíveis explicações para os diversos tipos de uso do solo, mas as formas do relevo e a ocupação do solo, também permearam a busca pela identificação dos aspectos climáticos mais representativos para a região de estudo.

No que tange à escolha metodológica, definiu-se que a metodologia a ser adotada deveria ser ampla, buscando relacionar os aspectos do clima (temperatura e umidade relativa do ar) com a dinâmica local e regional, tanto nos aspectos naturais como sociais. Nesta linha, não existe um método, mas, simplesmente, uma escolha metodológica, centrada essencialmente, na perspectiva sistêmica.

Entretanto, a proposta de tese está amparada na hipótese de que as escalas climáticas interagem entre si, fato que propicia condições e características específicas ao clima do lugar e da região, aliadas a uma possível influência do relevo no clima, tanto na escala local quanto regional. Esta dinâmica pode ser evidenciada através da investigação do uso e ocupação do solo, principalmente quando relacionada ao ambiente urbano.

Percebe-se, assim, o uso do método hipotético-dedutivo como norteador da presente proposta. O estudo da influência recíproca entre o clima local (cidades), o regional (dinâmica atmosférica) e o relevo, como elemento mediador, é uma dedução apriorística com hipóteses prováveis; por isso, tal método parece ser mais bem associado à temática da pesquisa.

O método hipotético-dedutivo é aquele em que se constrói uma teoria através da formulação de hipóteses, buscando resultados prováveis. Entretanto, é discutível a perfeição das teorias embasadas nesse método, uma vez que nem sempre existe uma correspondência imediata entre experimentos e observações, com as possíveis deduções (SPOSITO, 2004).

O método e as metodologias utilizadas na pesquisa foram apontados, mas somente a trajetória a ser empreendida pelo pesquisador pode confirmá-los, ou seja, volta-se à afirmação feita de que não existe um método já definido, mas uma perspectiva metodológica para a orientação da pesquisa. Muitas vezes, não é o término do trabalho que possibilita a identificação do método, mas a leitura posterior do mesmo, em sua totalidade.

O ritmo climático é uma metodologia de trabalho da climatologia genuinamente geográfica, pois foi proposta para trabalhos geográficos, buscando uma alternativa aos trabalhos desenvolvidos por meteorologistas. Segundo Silva et al. (2005), a noção de ritmo climático disseminada no escopo da Geografia Brasileira por Monteiro (1969 e 1971), fundamenta uma compreensão de gênese e de qualidade dos fatores climáticos decorrentes na camada atmosférica que mais sofre com as transformações do espaço geográfico, a troposfera.

“A compreensão do ritmo climático só passa a ser garantida a partir do momento em que as representações concomitantes dos principais elementos do clima tais como pressão atmosférica, umidade relativa do ar, valores térmicos e pluviais, direção e velocidade dos ventos, taxas de nebulosidades e atuação dos sistemas atmosféricos, interpretados em uma escala cronológica diária, estejam interagindo sobre um mesmo espaço geográfico. Desta forma, Monteiro (1971) argumenta que somente “a análise rítmica detalhada no nível de tempo, revelando a gênese dos fenômenos climáticos pela interação dos elementos e fatores dentro de uma realidade regional, é capaz de oferecer parâmetros válidos à consideração dos diferentes e variados problemas geográficos das regiões”. Indubitavelmente, o ritmo climático e o clima atual estão diretamente vinculados à atuação e ao desenvolvimento dos principais sistemas atmosféricos, que ao se apresentarem com um comportamento dinâmico, proporcionam a gênese dos elementos constituintes do clima” (SILVA et al., 2005, p. 04).

Dessa forma, o estudo do ritmo climático traz para o âmbito da Geografia o conceito dos tipos de tempo, associados à evolução diária e até horária dos elementos do clima. Esta metodologia desenvolveu a concepção da possibilidade da contribuição da escola norueguesa de meteorologia, que considerava a atmosfera como um corpo dinâmico, superando as concepções tradicionais de clima formuladas por Hann (1839 – 1921), que tratava o clima como um conjunto de fenômenos meteorológicos, caracterizando o estado médio da atmosfera.

A escola tradicional da climatologia considerava que as médias aritméticas dos elementos do clima seriam capazes de caracterizá-lo para um determinado local, ao contrário do paradigma desenvolvido pela escola norueguesa de meteorologia, principalmente com Rosby (1938 e 1947), Bjerknes (1921, 1923 e 1934) e Bergeron (1928 e 1930) – *apud* Silva (2005), que considerava a dinâmica da atmosfera e a circulação das massas de ar, baseando-se nos princípios da termodinâmica e revelando uma atmosfera pulsante e turbulenta.

Assim, a fundamentação teórica trazida por Monteiro, baseado nas premissas de Max Sorre, está fundamentada numa concepção que considera o clima como uma sucessão habitual dos estados da atmosfera sobre um determinado lugar. Esta definição abrange três observações fundamentais, como podem ser observadas nos seguintes enunciados: **a)** consideração do estado médio da atmosfera e de seus tipos de tempo; **b)** concepção de que todos (ou estes) estados médios da atmosfera abrangem uma “série”, isto é, os tipos excepcionais destes estados; **c)** e, finalizando, Sorre destaca a sucessão dos tipos de tempo assumindo uma concepção rítmica do clima.

Silva et al. (2005) ainda destacam que a idéia defendida por Sorre e Monteiro sobre o ritmo climático e a expressão quantitativa dos principais elementos do clima forma o que o próprio Monteiro considera de “binômio”, com destaque para a organização dos principais fatores climáticos, constituindo uma coerência interna entre a dinâmica atmosférica e o espaço geográfico e tornando-se imprescindível para a própria organização dos espaços climáticos.

Para Monteiro (1971), a técnica desempenhada pela análise rítmica é capaz de detalhar, com relação ao tempo, a gênese dos fenômenos climáticos pela interação dos elementos e fatores dentro de uma realidade regional, o que auxilia na compreensão dos mais variados e existentes “problemas geográficos”.

Desta forma, pode-se destacar que as constantes ocorrências de eventos naturais extremos, desencadeados nos mais variados espaços geográficos, devem ser estudadas de forma minuciosa, para que possam ser desvendados alguns de seus motivos, ações e efeitos, no conjunto da sociedade.

De uma forma bem generalizada, a ocorrência dos eventos naturais extremos podem ser hierarquizados em três grandes grupos: Sismos, Vulcanismos e os relacionados aos principais elementos da Atmosfera. Desses eventos, destaca-se aqueles desenvolvidos dentro da troposfera, lugar onde os fenômenos do tempo atmosférico e as turbulências são mais evidentes e frequentes e onde se inserem as atividades antrópicas.

A utilização da análise rítmica no presente estudo possibilitou vislumbrar a influência das massas de ar, principalmente a Massa Polar Atlântica – mPa, na evolução dos tipos de tempo que ocorrem na área de estudo. A possível alternância diária nos tipos de tempo, configura a “normalidade” climática do local, que pode ser identificada através da análise rítmica, configurando um padrão para a variabilidade dos elementos do clima em períodos específicos, no caso, o inverno de 2008.

### **1.3 Os materiais de pesquisa, a metodologia e os procedimentos metodológicos**

Os trabalhos relacionados à dinâmica climática em ambientes urbanos têm aumentado nos últimos anos e praticamente, todos os estudos realizados se propõem a contribuir no planejamento urbano e na gestão das condições socioambientais inerentes. Contudo, a metodologia e os materiais utilizados para tais pesquisas não têm se diferenciado muito, basicamente a investigação pontual de elementos do clima (temperatura e umidade do ar, principalmente) norteia a diferenciação dos climas das cidades e destes com seu entorno (rural) (MONTEIRO e MENDONÇA, 2003).

O SCU foi pioneiro na proposição teórica de investigação do clima urbano. A incontestável contribuição dessa metodologia não se ampara na busca e/ou descoberta de aparelhos, técnicas e tecnologias para a pesquisa, deixando para os futuros investigadores da temática a escolha das ferramentas mais adequadas. Essa lacuna, se foi proposital, demonstrou muita sabedoria, pois não parece razoável considerar que as técnicas de pesquisa não evoluam; ao contrário, nota-se uma rápida evolução das técnicas e dos materiais disponíveis. Em determinado momento histórico, algo considerado inédito e de alta tecnologia pode nem ser considerado como opção. Da mesma forma, algumas técnicas consagradas podem permanecer imutáveis e úteis durante vários anos, talvez décadas, mas

não precisam ser, obrigatoriamente, utilizadas em todas as pesquisas inerentes ao mesmo objeto e/ou objetivo.

Uma das primeiras investigações centradas na temática do clima urbano no Brasil foi realizada no espaço urbano de Porto Alegre, partindo da hipótese de que a cidade estaria formando uma ilha de calor (ilha térmica). Chegou-se à conclusão foi de que existiam várias ilhas de calor na cidade, provenientes de diferentes causas (industrialização, impermeabilização do solo, vegetação, etc.), que culminaram com a sugestão de atitudes para mitigação das ilhas térmicas, tais como: impedir a maior urbanização da região central da cidade e a maior concentração de indústrias na parte norte da cidade, além de arborização próxima às vias de circulação (DANNI, 1980).

Esse trabalho, apesar de ter utilizado somente termômetros de temperatura e colaboradores leigos na temática de pesquisa, obteve resultados interessantes que foram bases para uma recomendação de metas para futuros planejamentos urbanos, por suas preocupações socioambientais. A metodologia utilizada foi bem simples, mas eficaz.

Lombardo (1985) foi, praticamente, a pioneira, no Brasil, na utilização de imagens de sensores termais para o estudo do clima urbano, tendo realizado seu estudo na Região Metropolitana de São Paulo, com o objetivo de identificar ilhas de calor através de imagens sequenciais de dois satélites operacionais do sistema NOAA-6 e NOAA-7. A observação das imagens foi feita nos anos de 1980, 1981 e 1982, alternadamente, nos horários das 15h00min e 07h00min. Entretanto, não foi somente essa metodologia que deu suporte à tese, porque a coleta de dados pontuais também proporcionou subsídios à avaliação proposta.

Na mesma linha metodológica, mas com um objeto de estudo bem específico (cidade de porte pequeno e médio), Mendonça (1995) também utilizou imagens termais (NOAA e LANDSAT) para diferenciar a ocorrência de ilhas de calor/frescor.

A caracterização minuciosa do sítio urbano e do uso do solo urbano (hipsometria, declividade, orientação das vertentes, setorização urbana) foi cuidadosamente efetuada por este último autor, buscando um critério objetivo e mais eficaz para o posterior levantamento de dados. Após tal caracterização, os dados para amostragem foram coletados através de miniabrigos meteorológicos, com instrumentos que propiciaram a avaliação da temperatura e umidade do ar, além da velocidade e direção do vento.

Sendo assim, após o necessário trabalho de levantamento cartográfico do ambiente urbano, Mendonça (1995) conseguiu selecionar vários pontos para coleta de dados, realizada através dos aparelhos instalados nos miniabrigos em madeira, seguindo um determinado padrão de construção e instalação mais adequado ao monitoramento de condições climatológicas em superfície. Tal metodologia encontra-se consagrada em análises climáticas locais e regionais, principalmente pelo baixo custo que apresenta e também pela facilidade na

operação, que apresenta apenas um fator trabalhoso: a necessidade de voluntários que possam fazer as leituras periódicas e simultâneas dos dados. Estes voluntários devem ser treinados para fazerem as leituras de forma correta, além de ficarem à disposição do pesquisador para os trabalhos que serão realizados em dias e horários específicos. Muitas vezes, a falta de comprometimento dos voluntários pode colocar em dúvida os dados coletados e prejudicar todo o trabalho desenvolvido.

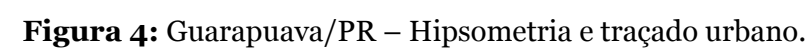
As pesquisas dentro da temática clima urbano, normalmente, passam por algumas etapas, que são consideradas preliminares e essenciais às investigações. A primeira delas é a caracterização física do ambiente urbano que, normalmente, se restringe ao mapeamento do uso e ocupação do solo e à identificação de algumas características morfológicas (hipsometria, declividade, orientação das vertentes e rede de drenagem). Feito isso, torna-se necessário eleger os pontos para coleta de dados meteorológicos, segundo o interesse e os objetivos da pesquisa.

A partir daí, passa-se à compreensão da dinâmica climática do local de estudo, normalmente amparada em dados históricos de estações climatológicas oficiais que representem a realidade local e regional. Esses dados devem ser analisados e relacionados à dinâmica atmosférica regional e local, buscando uma caracterização climática mais ampla e menos estática.

A partir da identificação das ferramentas e metodologias utilizadas por esses autores, e, considerando outros estudos que utilizam os mesmos procedimentos e dão credibilidade às técnicas e referenciais utilizados, optou-se, nesta pesquisa, por seguir os caminhos apontados e utilizados pelos mesmos. Dessa forma, o primeiro passo foi a elaboração de levantamento cartográfico e controle de campo que propiciasse o conhecimento da realidade urbana das duas cidades (Irati e Guarapuava). Esse levantamento resultou em mapas que delimitaram a área urbana, indicaram a orientação das vertentes (subjetivamente), a diferenciação hipsométrica e a identificação da rede de drenagem (**Figuras 4 e 5**).

As **Figuras 4 e 5** foram confeccionadas a partir de bases cartográficas cedidas pela Prefeitura Municipal de Guarapuava e Companhia de Saneamento do Paraná (SANEPAR), as quais serviram de base de dados para a montagem de um sistema de informações através do Software Surfer, versão 8.0. Esse procedimento possibilitou a delimitação da área urbana dos respectivos municípios (Guarapuava e Irati), além da elaboração dos mapas hipsométricos, representados em forma de blocos-diagrama, que permitem a análise das estruturas urbanas e dos aspectos relacionados aos sítios urbanos, principalmente a diferenciação do relevo (altitude).







As informações constantes nessas figuras foram inseridas neste capítulo, o que pode ser questionável, do ponto de vista metodológico, pois suscitam análises e não procedimentos, mas a escolha está amparada na premissa de que tais avaliações foram necessárias para a posterior definição dos pontos para coletas dos dados primários.

É possível notar que a cidade de Guarapuava, representada na **Figura 4**, apresenta uma diferenciação topográfica marcante, pois possui altitudes abaixo dos 1000 metros em relação ao nível médio dos mares, mas também tem pontos próximos aos 1200 metros. Isso significa que a amplitude topográfica, ou seja, o desnível entre o ponto mais alto e o mais baixo, chega a mais de 200 metros. Além disso, a cidade foi edificada em terrenos que apresentam uma descontinuidade significativa, notando-se a existência de ondulações no uso e ocupação do solo. Alguns loteamentos estão, ao mesmo tempo, em topos de morro e fundos de vale.

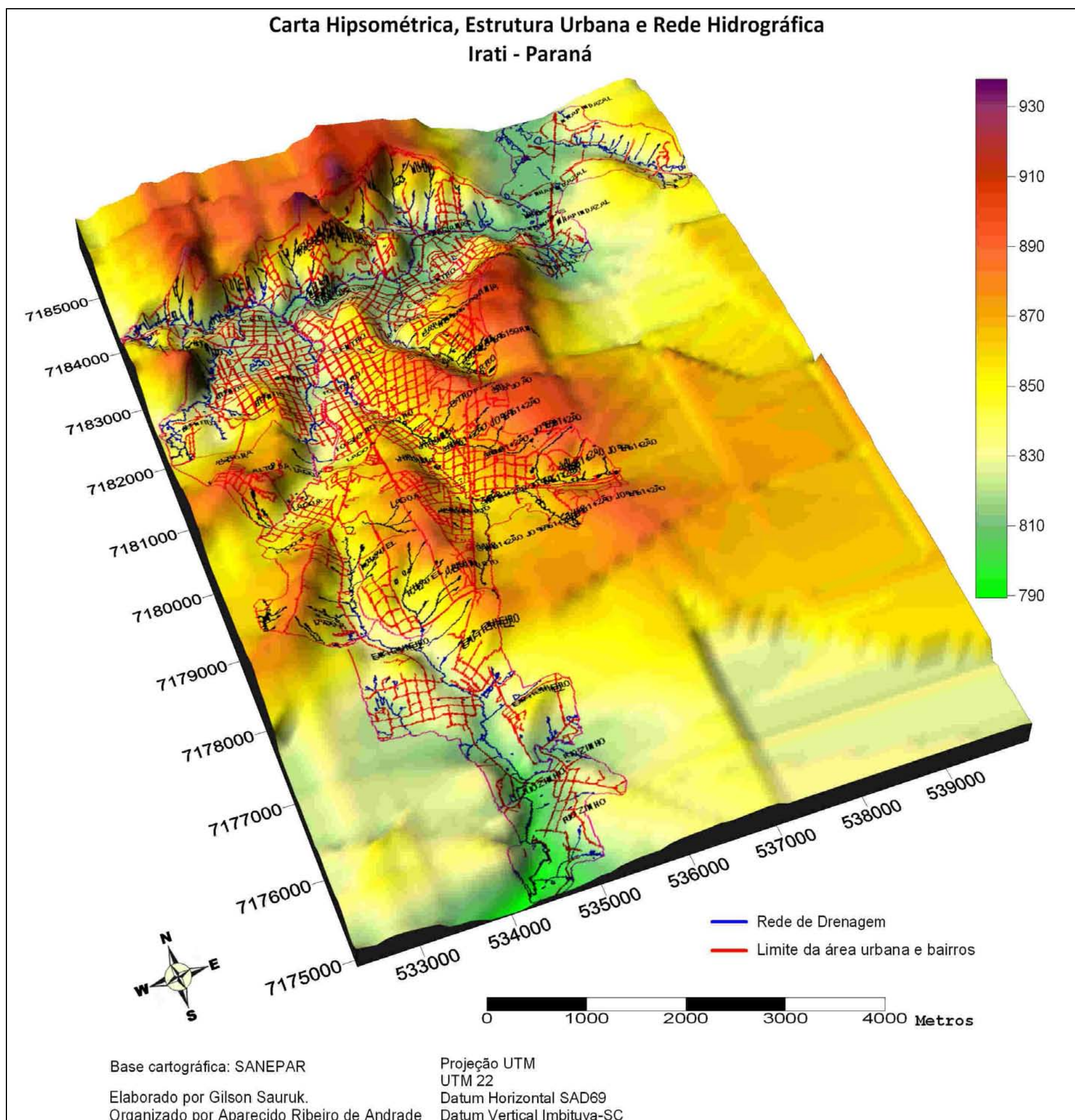
A maior parte das vertentes está orientada no sentido Sudeste para Noroeste, o que permite deduzir que a cidade recebe uma boa exposição ao sol. Esse fato é muito importante em uma área localizada numa zona climática com características de subtropicalidade, que chega, em alguns meses do ano, a apresentar condições de clima temperado.

Outra constatação possível de se fazer é o fato de que a cidade está edificada sobre um sítio predominantemente convexo. Nota-se que a distribuição dos bairros da cidade obedecem à orientação da principal bacia hidrográfica urbana, localizada no extremo Leste, com orientação Norte-Sul. A estrutura urbana de Guarapuava localiza-se em áreas abertas, com quotas altimétricas próximas dos 1000 metros.

A principal constatação é de que a área urbana do município está orientada, de forma a receber boa insolação, pois a maioria de suas vertentes está orientada para o quadrante norte, direção da qual origina os raios solares no Hemisfério Sul, principalmente durante a primavera e verão austral.

Utilizando a mesma metodologia, as características da área urbana de Irati também foram analisadas (**Figura 5**). Nota-se que as características topográficas da cidade são bem parecidas com Guarapuava, pois Irati também apresenta ondulações no relevo significativas.

O ponto mais alto da cidade está próximo dos 950 metros de altitude (extremo Norte) e o mais baixo é inferior aos 800 metros (extremo Sul e Nordeste), o que dá uma amplitude (desnível) de mais de 150 metros. Convém salientar que a área periurbana, localizada na parte nornordeste da **Figura 5**, apresenta quotas que ultrapassam os 1000 metros de altitude, mas que não estão dentro do perímetro urbano. As condições topográficas do sítio urbano de Irati são mais acentuadas no que diz respeito à declividade, pois o terreno apresenta uma maior rugosidade.



**Figura 5:** Irati/PR - Traçado urbano e hipsometria

Em Irati, contrário a Guarapuava, nota-se que a maior parte do sítio urbano está localizado em relevo côncavo, pois se percebe que as maiores quotas de altitude estão nas bordas do perímetro urbano, mesmo que alguns pontos isolados, com altitudes bem elevadas, estejam localizados em seu interior.

Da mesma forma que Guarapuava, Irati tem loteamentos que começam em topos e terminam em fundos de vale e possuem um mesmo tipo de uso e ocupação do solo, obedecendo à lógica do planejamento urbano, quando existente.

As vertentes estão, em sua maioria, voltadas para oeste e noroeste, o que indica uma boa disponibilidade de radiação solar, mas inferior à da cidade de Guarapuava. Convém salientar que esta estimativa de “boa” incidência solar é totalmente subjetiva, pois não existem dados concretos para avaliação exata.

Nota-se que as vertentes estão predominantemente voltadas para Norte e Oeste, apesar de a análise ser ainda, superficial, pelos mesmos motivos já explicitados. Contudo, assim como Guarapuava, Irati também apresenta vertentes expostas, em sua maioria, para o quadrante Norte, indicando boa insolação na maior parte do ano, mesmo que a orientação para o quadrante Oeste também seja significativa, o que não inviabiliza a constatação de boa insolação, mesmo sendo menor que Guarapuava. A semelhança na exposição das vertentes das duas cidades constitui um importante elemento para a análise comparativa dos dois campos climáticos em estudo.

#### **1.4 Os pontos para coleta dos dados**

A partir da análise da estrutura urbana das duas cidades, principalmente com relação aos aspectos dos sítios, foi possível definir os pontos de coleta de dados, que ficaram restritos a informações de temperatura e umidade do ar; mesmo que a velocidade e direção do vento, além da nebulosidade, também tenham sido coletadas, elas não foram primordiais na avaliação dos resultados. Os pontos ficaram assim distribuídos: dois pontos na área central de cada cidade (um no ponto alto e outro em fundo de vale); dois pontos em áreas mais periféricas, seguindo o mesmo procedimento anterior; dois pontos na área rural, ou seja, fora do perímetro urbano, também localizados na alta e baixa encosta. Com relação à orientação das vertentes, todos os pontos de coleta se localizaram em vertentes com orientação Noroeste, com exceção dos pontos 7 a 10 (trajeto Irati a Guarapuava), que seguiram os contornos da BR 277, portanto em áreas totalmente planas, sem nenhuma indicação de orientação, pelo menos numa análise microclimática ou topoclimática.

A escolha dos pontos de coleta de dados foi pautada em dois princípios básicos: estruturação do relevo (altitude e morfologia) e do uso e ocupação do solo (urbano e rural). Desta forma, os pontos localizados na área urbana contemplaram realidades distintas, em que foram definidos dois pontos (alta e baixa encosta) para áreas periféricas com menor

adensamento urbano, além de outros dois pontos (alta e baixa encosta) para áreas centrais com maior adensamento urbano.

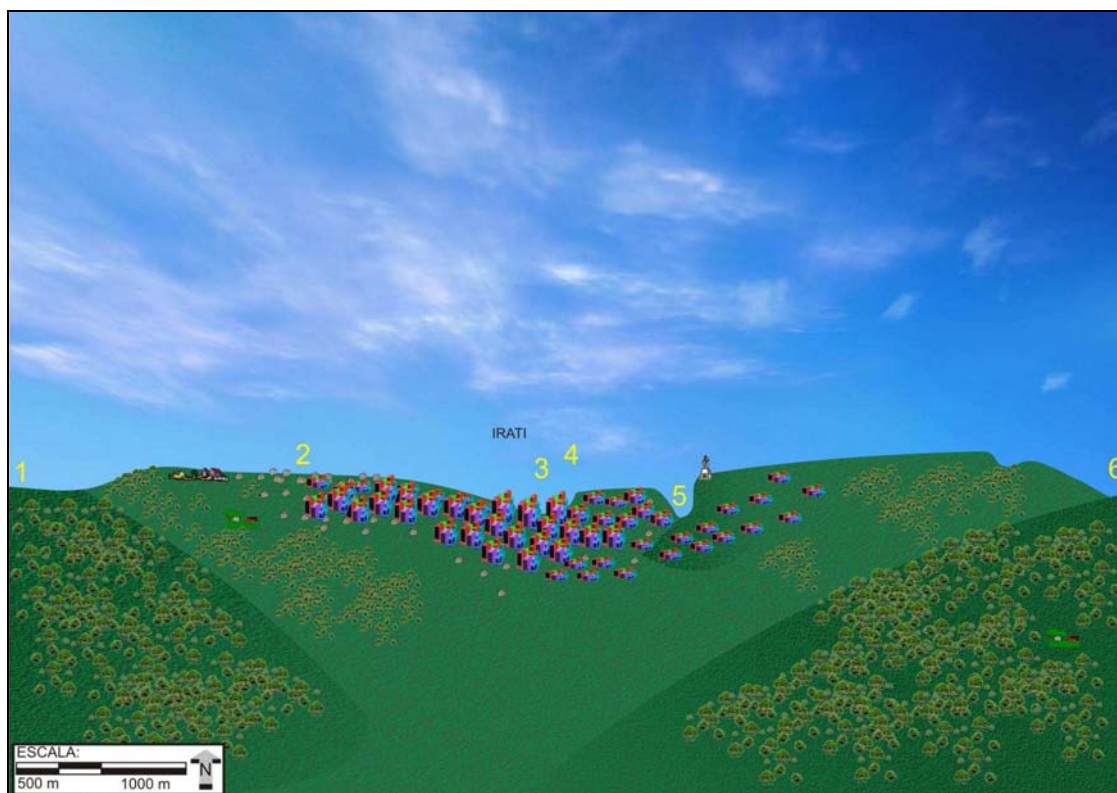
Em relação ao ambiente rural, também foram definidos dois pontos (topo e fundo de vale), em que o ponto mais elevado está localizado mais próximo do perímetro urbano, ao passo que o ponto localizado em fundo de vale é considerado mais afastado do perímetro urbano e com maior densidade de vegetação.

Os procedimentos acima foram repetidos para as duas cidades, totalizando doze pontos de coleta de dados. É necessário frisar que o procedimento foi amparado nos contornos físicos do sítio urbano, principalmente em relação às ondulações do relevo, mas as edificações urbanas, ou seja, o fato urbano em si, representado pelas diferentes formas de uso do solo, também foram consideradas. A delimitação de diferentes formas de uso do solo foi necessária, pois o objetivo foi comprovar que áreas de usos distintos podem apresentar discordâncias na dinâmica dos elementos do clima. Dessa forma, três áreas distintas foram contempladas (centro – maior densidade de edificações; periferia – com menor densidade; e área rural – sem nenhuma estrutura urbana).

Além desses pontos, outros quatro também foram escolhidos, a partir da realidade regional. Esses pontos de coleta de dados buscaram a compreensão da diferenciação climática no percurso entre as duas cidades (aproximadamente 100km) e passaram pela estrutura geomorfológica conhecida como Serra da Esperança, um relevo *cuestiforme*. Sendo assim, o primeiro ponto está localizado na saída da cidade de Irati; o segundo no sopé da escarpa da *cuesta*; o terceiro no topo da serra, próximo ao início do reverso da *cuesta*; e o último próximo à entrada da cidade de Guarapuava, já em áreas de relevo convexo e mais aplainado.

Os pontos selecionados para as coletas de dados estão devidamente representados através da **Figura 6** e Quadro I (Irati), da **Figura 7** e Quadro II (trajeto entre as duas cidades) e da **Figura 8** e Quadro III (Guarapuava).





**Fonte:** Esquema elaborado por Aparecido Ribeiro de Andrade e desenhado por Mario Neves Santos

**Figura 6:** Irati/PR – Distribuição dos 6 pontos de coleta de dados – Esquema genérico.

Os pontos localizados na área do município de Irati possuem as seguintes características:

**Quadro I:** Irati/PR - Características e localização dos pontos de coleta

Ponto	Características	Coordenadas Geográficas	Altitude
1	Rural Alta vertente – Chácara produtora suínos	25° 31' 23" Sul e 50° 38' 53" Oeste	822m
2	Urbano periférico alto – Residência (casa)	25° 29' 50" Sul e 50° 40' 00" Oeste	847m
3	Urbano Periférico Baixo – Residência (casa)	25° 28' 30" Sul e 50° 39' 23" Oeste	771m
4	Urbano Central Alto – Estacionamento de Empresa de Vigilância Monitorada	25° 28' 15" Sul e 50° 39' 06" Oeste	813m
5	Urbano Central Baixo – Residência (casa)	25° 27' 41" Sul e 50° 38' 41" Oeste	763m
6	Rural Baixa Vertente – Chácara de moradia	25° 25' 06" Sul e 50° 32' 42" Oeste	810m

Convém salientar que os pontos 1 e 6 representam as condições da área rural de Irati, sendo o primeiro localizado em um topo de vertente e o segundo em fundo de vale, da mesma maneira que os pontos 2 e 3 representam a área urbana periférica (topo e fundo de vale, respectivamente). Por fim, os pontos 4 e 5 representam a área urbana central, sendo que o ponto 4 está localizado no alto da vertente e o ponto 5 próximo ao fundo de vale.



**Fonte:** Esquema elaborado por Aparecido Ribeiro de Andrade e desenhado por Mario Neves Santos

**Figura 7:** Irati a Guarapuava/PR - Distribuição dos 4 pontos de coleta de dados.

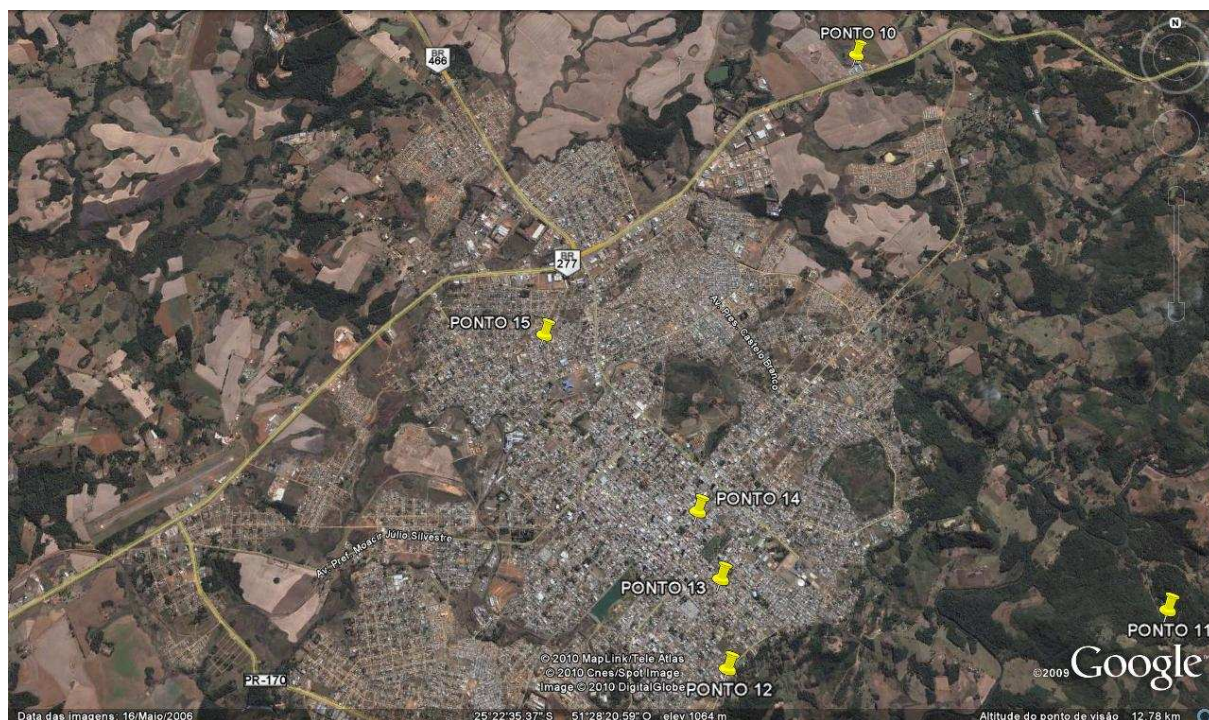
Os pontos localizados no trajeto de Irati a Guarapuava possuem as seguintes características:

**Quadro II:** Trajeto Irati a Guarapuava/PR - Características e localização dos pontos de coleta

Ponto	Características	Coordenadas Geográficas	Altitude
<b>07</b>	Residência próxima à BR 277, na saída da cidade de Irati	25° 27' 09" Sul e 50° 39' 24" Oeste	805m
<b>08</b>	Sopé da Serra da Esperança - Pátio de Posto de Combustível à margem da BR 277	25° 18' 06" Sul e 51° 08' 55" Oeste	762m
<b>09</b>	Pátio de balança de pesagem de veículos à margem da BR 277, no alto da Escarpa da Esperança	25° 22' 31" Sul e 51° 17' 47" Oeste	1137m
<b>10</b>	Pátio de Posto de Combustível à margem da BR 277, na entrada da cidade de Guarapuava	25° 20' 36" Sul e 51° 26' 30" Oeste	1059m

Os quatro pontos descritos (7 a 10) foram selecionados com o objetivo de demonstrar o comportamento das variáveis investigadas no decorrer do percurso entre as duas cidades estudadas (Irati e Guarapuava). Os dois primeiros pontos (7 e 8) estão antes do divisor natural entre os municípios (Escarpa da Esperança) e os dois últimos (9 e 10) estão depois deste divisor, sendo que os dois últimos apresentam quotas altimétricas mais elevadas.





**Fonte:** Google Earth acessado em 13/06/2010 - sem escala - modificado pelo autor

**Figura 8:** Guarapuava/PR – Distribuição dos 6 pontos de coleta de dados – Esquema genérico.

Os pontos localizados na área do município de Guarapuava possuem as seguintes características:

**Quadro III:** Guarapuava/PR - Características e localização dos pontos de coleta

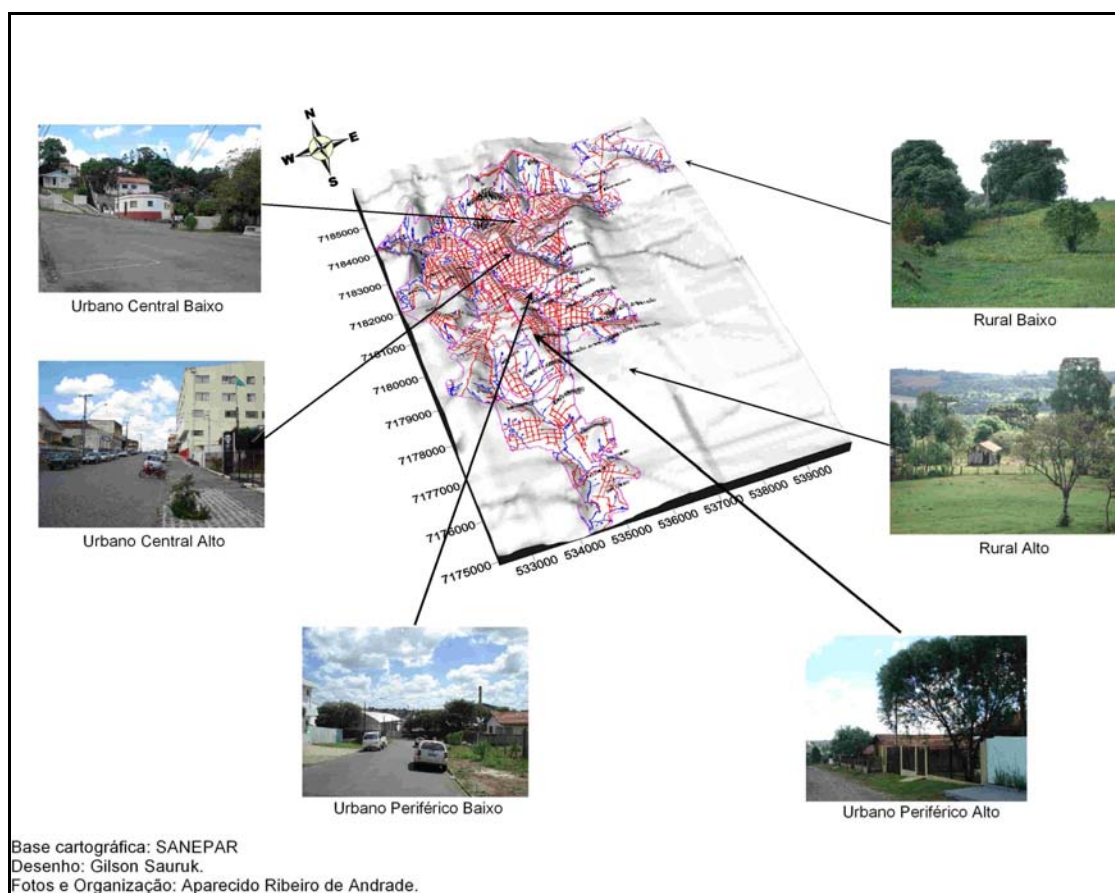
Ponto	Características	Coordenadas Geográficas	Altitude
<b>10</b>	Este ponto, já descrito anteriormente, foi utilizado também como representativo da área rural elevada, ou seja, no ponto mais elevado de área não urbanizada.		
<b>11</b>	Rural baixa vertente – Chácara produtora de grãos, aves e suínos	25° 24' 14" Sul e 51° 24' 49" Oeste	998m
<b>12</b>	Urbano periférico alto – Pátio de Supermercado	25° 24' 29" Sul e 51° 27' 42" Oeste	1115m
<b>13</b>	Urbano Central Baixo – Residência (casa)	25° 23' 58" Sul e 51° 27' 43" Oeste	1000m
<b>14</b>	Urbano Central Alto – Estacionamento da Igreja Católica	25° 23' 34" Sul e 51° 27' 50" Oeste	1032m
<b>15</b>	Urbano Periférico Baixo – Residência (casa)	25° 22' 27" Sul e 51° 28' 50" Oeste	981m

Os pontos 10 e 11 representam a área rural de Guarapuava, sendo o primeiro representativo do topo de vertente e o segundo do fundo de vale. Os pontos 12 e 15 representam a área urbana periférica em dois ambientes distintos (alto e fundo vale, respectivamente). Os pontos 13 e 14 representam a área urbana central da cidade seguindo os

mesmos critérios, ou seja, um ponto localizado no topo da vertente (ponto 14) e o outro próximo ao fundo de vale (ponto 13).

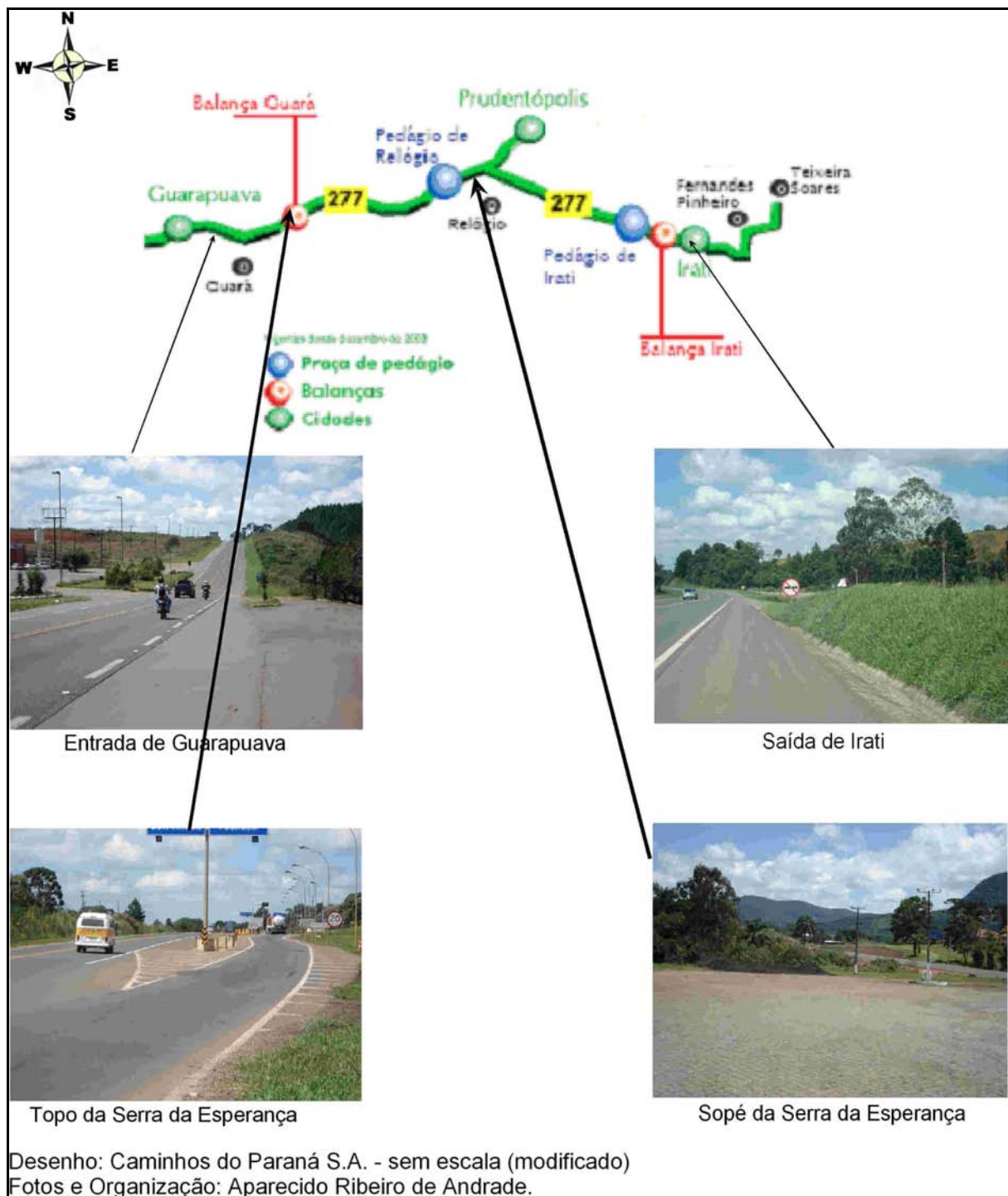
É conveniente ressaltar que as figuras 6, 7 e 8 também representam a estruturação geocológica dos pontos de coleta, pois, por meio delas, é possível notar que os pontos estão distribuídos de acordo com as variações de uso do solo (urbano menos denso e mais denso) e pela diferenciação altimétrica (topos e fundos de vale), metodologia que permeou a instalação dos termo-higrômetros, visando avaliar as diferenciações de valores da temperatura e da umidade do ar. Quanto aos pontos 7 a 10 (perfil esquemático do trajeto Irati a Guarapuava), observa-se que não existe nenhum tipo de atividade urbana e as diferenciações entre os pontos estão restritas ao fator altimetria, pois todos os pontos estão localizados próximos à BR 277, sem nenhuma estrutura urbana, mas com ocupação do solo distinta, restrita à maior densidade da vegetação nos pontos 8 e 9.

A título de ilustração, procurando diferenciar os aspectos urbanos (central e periférico) e os aspectos rurais, optou-se por elaborar cartogramas esquemáticos, com a composição da área de estudo através de fotos dos pontos de coletas de dados (**Figuras 9, 10 e 11**).

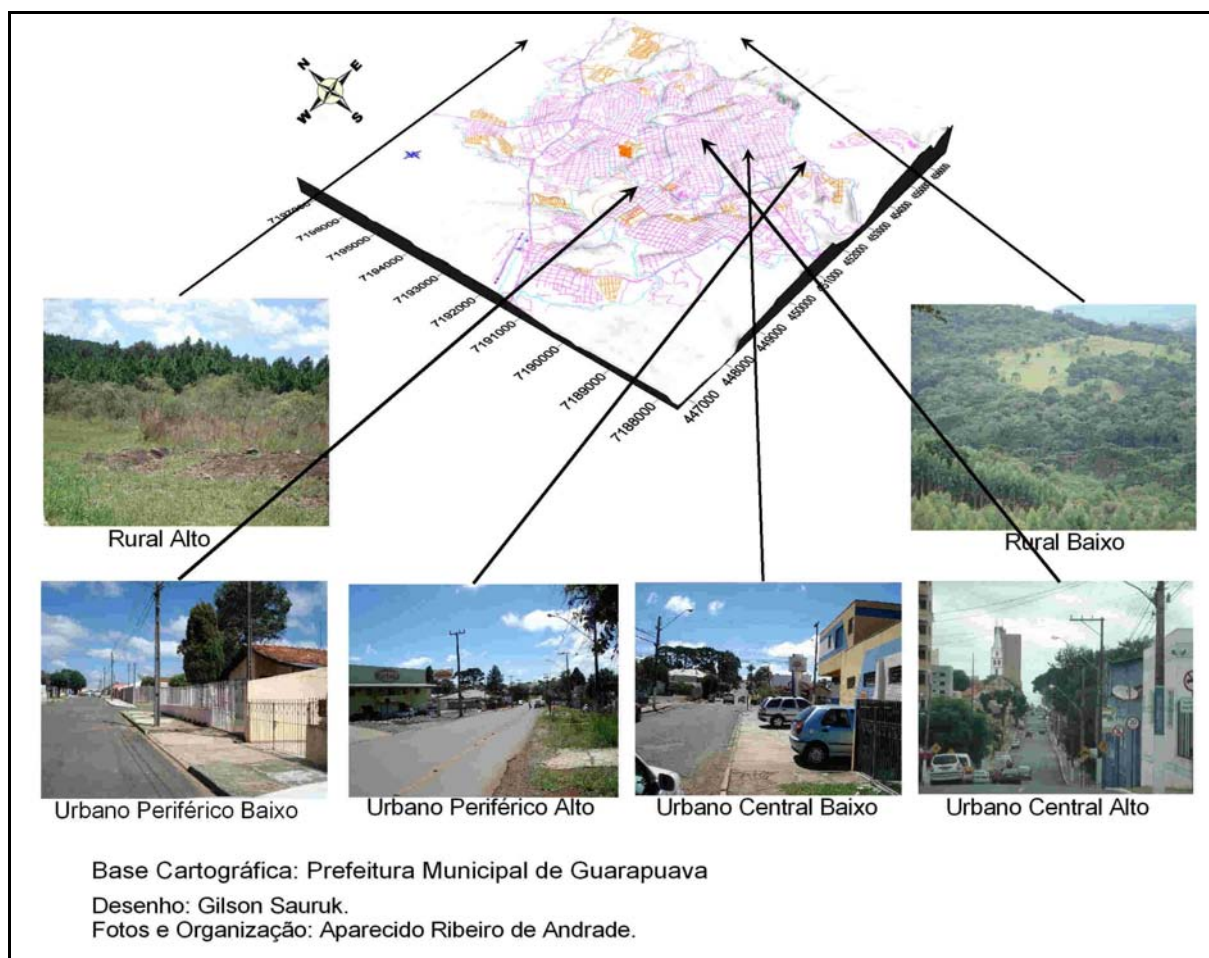


**Figura 9:** Irati/PR – Ilustração fotográfica dos pontos de coleta de dados primários





**Figura 10:** Transecto Irati a Guarapuava – Ilustração fotográfica dos pontos de coleta de dados primários



**Figura 11:** Guarapuava/PR – Ilustração fotográfica dos pontos de coleta de dados primários

### 1.5 Os equipamentos para coleta dos dados

O levantamento de dados de campo, efetuado nos pontos relacionados acima, foi feito a partir de equipamentos simples, semelhantes aos usados por Mendonça (1995), assim compostos (Foto 1):

- Miniabrigos meteorológicos, construídos em madeira com paredes duplas e perfuradas, pintados na cor prata;
- Base do abrigo, construída em sentido cruzado indicando as direções norte, sul, leste e oeste, para correta posição do abrigo, orientado com a abertura frontal para a direção sul do Hemisfério Sul;
- Fitas de cetim, fixadas na parte inferior do miniabrigo, utilizadas para indicar a direção do vento, segundo a escala de Beaufort;
- Termo-higrômetros de leitura direta com colunas de mercúrio, com precisão de 3% (para mais ou para menos), marca INCOTERM, pertencentes ao Laboratório de Climatologia do Departamento de Geografia da UFPR, utilizados para indicar a temperatura e umidade relativa do ar;



**Foto 1:** Mini-abrigo meteorológico

Antes da instalação dos miniabrigos, os termo-higrômetros foram devidamente ajustados, buscando dirimir qualquer diferença de leitura que os aparelhos pudessem apresentar. Para tanto, todos os aparelhos utilizados foram colocados em um mesmo ambiente por um período de três dias e os dados foram coletados de maneira a simular a coleta a ser feita em campo, seguindo os procedimentos descritos por Danni-Oliveira (2002). Depois desses procedimentos, as eventuais diferenças nas leituras foram anotadas e os aparelhos que demonstraram incoerência significativa nas leituras (fora do desvio padrão) foram identificados, de forma que, quando os dados foram tabulados e analisados, essas diferenças foram descartadas, com o objetivo de normalizar todas as leituras efetuadas (Foto 2).

Com relação aos aparelhos que apresentaram medidas dentro do desvio padrão e, portanto, com um grau de confiabilidade bom, os mesmos foram levados a campo e os resultados de suas leituras foram devidamente ajustados, buscando equalizar todos os dados obtidos, diminuindo ou eliminando a probabilidade de erros.





**Foto 2:** Termo-higrômetros de leitura direta.

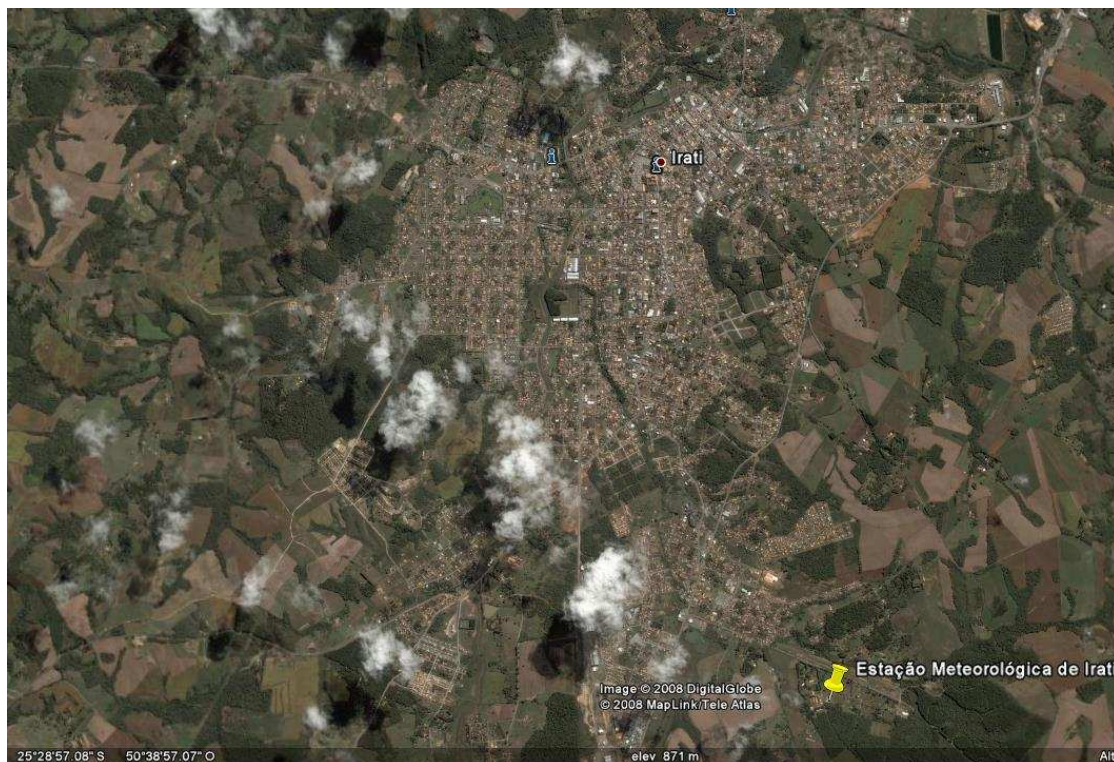
Após a devida instalação de todos os equipamentos nos pontos selecionados, as coletas de dados primários foram iniciadas, tendo sido feitas durante os meses de julho, agosto e setembro de 2008, contemplando dias com condições de tempo diferenciadas, partindo da premissa de que dias chuvosos influenciam os elementos do clima de forma distinta, diferentemente dos dias sem ocorrência de precipitação. Depois da distribuição dos equipamentos pelos pontos de coletas, os voluntários foram orientados para efetuarem o monitoramento diário, toda vez que o pesquisador solicitasse. Ao final do período de inverno (setembro), foi possível completar 25 dias de coletas em períodos alternados, porém nem todos os dados apresentaram confiabilidade satisfatória.

A falta de compromisso dos voluntários e problemas estruturais com os equipamentos, influenciou na falta de confiabilidade dos dados para vários dias, o que determinou a exclusão de alguns períodos de dados coletados. Isso resultou na escolha de seis dias (01, 02, 03 e 22 de julho e 08 e 09 de agosto) com boa confiabilidade nas informações, por contemplarem condições de tempo distintas, atendendo ao proposto na metodologia adotada, de avaliar as condições do tempo em dias com e sem ocorrência de chuva.

Todos os dados foram coletados simultaneamente, com uma margem de tolerância de 15 minutos, buscando uma comparação eficaz entre os pontos de coleta. Dessa forma elegeram-se os horários das 06h00min; 09h00min; 15h00min; e 21h00min. Para efeito de identificação da temperatura mínima e máxima diária, foi convencionado que o horário das 06h00min representaria a temperatura mínima do dia e o horário das 15h00min representaria a máxima.

Por fim, também foram coletados dados secundários, que consistiram em informações repassadas pelas estações climatológicas localizadas nas duas cidades (Irati e Guarapuava),

que serviram como demonstrativo oficial e fonte de controle dos dados coletados em campo. A estação climatológica de Irati faz parte da rede monitoramento do Instituto Nacional de Meteorologia – INMET e a estação de Guarapuava faz parte da rede do Instituto Agrônômico do Paraná – IAPAR.



**Fonte:** Google Earth acessado em 25/10/2008 – sem escala - modificado pelo autor

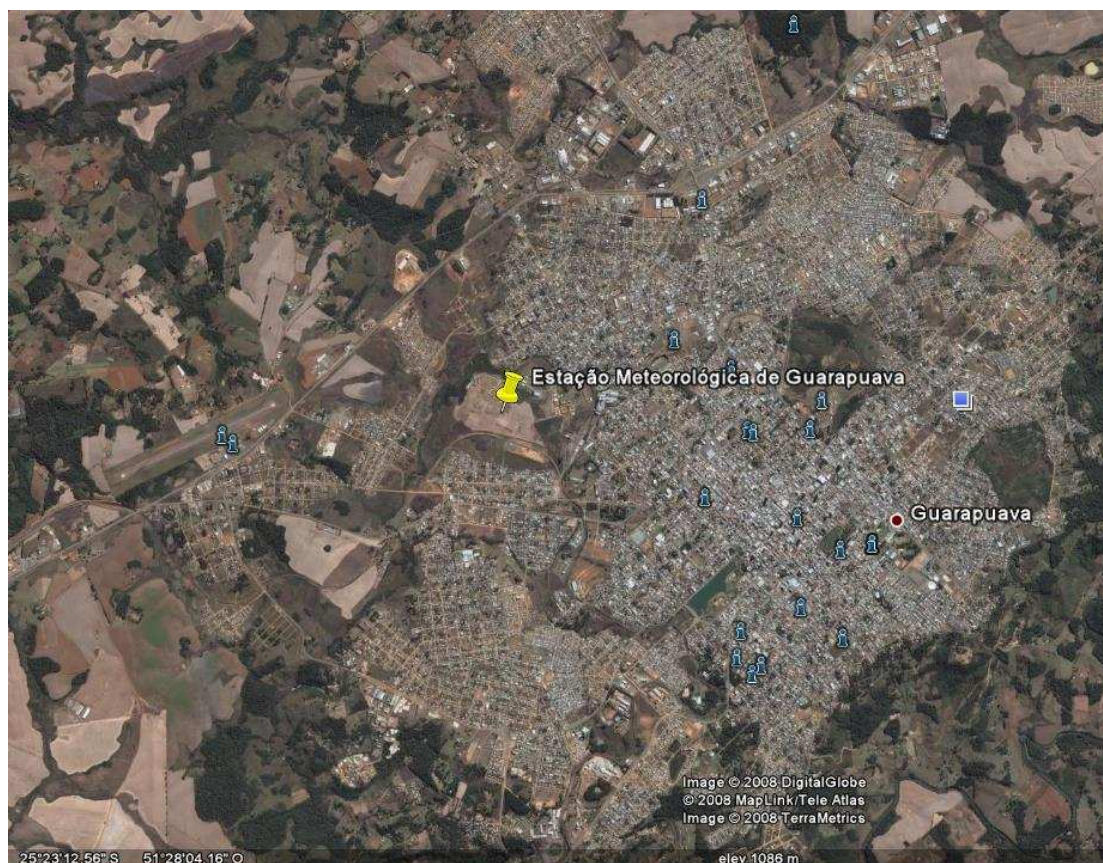
**Figura 12:** Irati/PR – Localização da Estação meteorológica (INMET)

A estação meteorológica de Irati está localizada na área pertencente ao Colégio Florestal dessa cidade, denominado Centro Estadual de Educação Profissional Presidente Costa e Silva. O colégio cedeu uma área para a instalação da referida estação, que é administrada pelo INMET desde o início de sua operação, ocorrido em 1967.

O local onde se encontram as instalações meteorológicas está planejado de acordo com normas internacionais previstas pela Organização Mundial Meteorológica (OMM), nas coordenadas 25° 28' Sul e 50° 38' Oeste, com altitude aproximada de 840 metros em relação ao nível médio dos mares.

Os dados são coletados diariamente nos três horários padrão (09h00min, 15h00min e 21h00min) e repassados à sede regional do INMET em Porto Alegre-RS, onde são sistematizados estatisticamente e armazenados para uso em pesquisas diversas, além de servirem para o monitoramento das condições do tempo.





**Fonte:** Google Earth acessado em 25/10/2008 – sem escala - modificado pelo autor

**Figura 13:** Guarapuava/PR – Localização da Estação Meteorológica (IAPAR)

Da mesma forma que a estação meteorológica de Irati, a de Guarapuava está localizada na área pertencente a uma instituição pública, no caso, a Universidade Estadual do Centro-oeste – Unicentro, mais especificamente no Centro de Desenvolvimento Tecnológico de Guarapuava – Cedeteg.

O local onde se encontram as instalações meteorológicas também está planejado de acordo com normas internacionais previstas pela OMM, nas coordenadas 25° 23' Sul e 51° 28' Oeste, com altitude aproximada de 1040 metros em relação ao nível médio dos mares.

Os dados são coletados diariamente nos três horários padrão (09h00min, 15h00min e 21h00min) e repassados à sede do IAPAR em Londrina-PR, onde também são sistematizados estatisticamente e armazenados para uso em pesquisas diversas, além de servirem para o monitoramento das condições do tempo.

As duas estações climatológicas estão localizadas em áreas que permeiam o perímetro urbano, não havendo edificações ao seu redor, mas ambas estão bem próximas de loteamentos urbanos. Os contornos oficiais da cidade (planos diretores) contemplam as áreas onde estão localizadas as estações, que são consideradas parte do perímetro urbano, mesmo que a realidade, não apresentando uma estrutura urbana bem formada, com casas, prédios ou construções, não definam estritamente a área como urbanizada. Tanto a estrutura do Colégio Florestal como a do Cedeteg apresentam construções bem espaçadas entre si, não

dando a compreensão de relações urbanas propriamente ditas, mesmo porque são centros de pesquisa eminentemente criados para apreciações de temas voltados à realidade rural (Técnico Florestal, Agronomia e Medicina Veterinária). Embora o Cedeteg tenha outros cursos de graduação e pós-graduação, voltados a diferentes ramos do conhecimento, suas estruturas estão bem distantes da estação (mais de 1000 metros).

Outro procedimento adotado foi o acompanhamento, através de coleta de informações de sites oficiais ([www.inpe.br](http://www.inpe.br) e [www.simepar.br](http://www.simepar.br)), das condições sinóticas para o período de estudo, que teve como finalidade a definição de dias específicos para a coleta de dados, propiciando uma avaliação de condições meteorológicas distintas, com a atuação de diferentes sistemas atmosféricos. A obtenção de dados primários em dias com diferentes condições sinóticas foi importante, pois a influência das massas de ar na escala regional foi avaliada e buscou-se relacionar ou diferenciar sua atuação na escala local.

### 1.6 Sistematização dos dados climáticos secundários

A análise dos dados secundários seguiu alguns procedimentos já consagrados em climatologia. Por isso, ao se analisar a variabilidade da precipitação, a metodologia mais usual é a construção do pluviograma, com base em dados diários ou mensais, dependendo do objetivo do trabalho. Como o ritmo diário foi analisado através da confecção da análise rítmica, tanto para Irati como Guarapuava, optou-se pela complementação através da construção de um quadro explicativo da variabilidade pluvial mensal, substituindo o pluviograma.

Esse quadro foi elaborado a partir de dados de precipitação que foram cedidos pelo Instituto Nacional de Meteorologia – INMET, referente ao período de 1976 a 2007, para o município de Irati. Para Guarapuava, o período de dados foi o mesmo, mas a fonte foi a estação climatológica de Guarapuava, vinculada ao Instituto Agrônomo do Paraná – IAPAR. Os dados foram devidamente tabulados após terem sido validados por meio de alguns parâmetros estatísticos, tais como média aritmética simples  $\frac{\sum(x_i)}{N_i}$ ; desvio padrão

$$\sqrt{\frac{\sum(x_i - \bar{x})^2}{N-1}}; \text{ e correlação linear simples } r = \frac{n \sum xy - (\sum x)(\sum y)}{\sqrt{n(\sum x^2) - (\sum x)^2} \sqrt{n(\sum y^2) - (\sum y)^2}}. \text{ Estes cálculos}$$

foram efetuados através da utilização da planilha do Microsoft® Excel 2002.

Essa metodologia foi importante, principalmente na análise dos dados de precipitação, pois permitiu a identificação dos meses mais chuvosos e menos chuvosos, tanto para Irati, como para Guarapuava. Entretanto, a análise estatística também foi utilizada na análise de dados de temperatura e umidade relativa do ar.

Com relação à análise da temperatura média do ar e da umidade relativa do ar, além dos cálculos acima, foi utilizada também a análise de tendência, que consiste em correlacionar as variáveis com o período estudado. A partir dela, resultaram equações da reta,  $y = a.x + b$ , e coeficientes de determinação ( $R^2$ ). No caso de  $R^2$ , seus valores variam entre -1, e 1, onde, quanto mais próximo de 1, mais significativo é o valor de correlação e tendência (SANT'ANNA NETO, 1997; GALVANI, 2005).

Os dados secundários possibilitaram também, a construção de gráficos de balanço hídricos para os dois municípios (Irati e Guarapuava). Os procedimentos para tal tarefa basearam-se na combinação de dados de precipitação e temperatura do período de 1976 a 2007, utilizando-se a planilha proposta por Rolim et al (1998), que permite identificar períodos com maior ou menor disponibilidade hídrica.

### 1.7 O uso de imagens de satélite

As imagens de satélite têm sido usadas como recurso tecnológico em várias pesquisas, não somente geográficas, mas, principalmente, em investigações que tenham como objeto e objetivo a avaliação do uso e ocupação do solo, seja ele urbano ou não. Infelizmente, o custo dessas imagens ainda limita sua utilização de forma mais abrangente, embora algumas imagens de satélites já estejam disponíveis gratuitamente. Um exemplo disso são as imagens disponibilizadas pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE, com destaque para os satélites LANDSAT e CBERS.

Mendonça (1995) faz um breve relato da utilização de imagens de satélite para avaliação e caracterização do espaço urbano, salientando a necessidade de uma resolução mais alta, chegando a 20 ou 10 metros, obtida através de imagens do satélite SPOT, por exemplo. Entretanto, o autor ressalta que a utilização de imagens NOAA (National Oceanic Atmospheric Administration) e LANDSAT - TM, apesar de uma resolução inferior, ao contrário, são bastante utilizadas em estudos de clima urbano. O próprio autor utilizou imagens LANDSAT em sua pesquisa de doutorado, conseguindo identificar o uso do solo urbano com boa precisão e classificando a imagem LANDSAT T5 TM em oito classes (edificações acima de 3 pavimentos; edificações até 3 pavimentos; edificações de 1 pavimento – térrea; cobertura vegetal densa; cobertura vegetal esparsa e cultivos agrícolas; área com solos nus; área asfaltada e rede hidrográfica).

Lombardo (1985) utilizou as imagens dos sistemas NOAA-6 e NOAA-7 com o mesmo objetivo de caracterizar as condições do clima urbano, mas seu estudo estava mais voltado à identificação de ilhas de calor na metrópole paulistana, por isso ela focou sua análise na banda termal do satélite.

A utilização de imagens de satélite é uma técnica que não deve ser abandonada em estudos climatológicos, porque dão informações atuais e precisas sobre o uso e ocupação do solo, que subsidiam a avaliação dos dados coletados e até mesmo, dos dados históricos



disponíveis, considerando que a diferença de albedo em áreas com diversidade no uso e ocupação influenciam a disponibilidade de calor e umidade, variáveis normalmente utilizadas em estudos climáticos.

Freitas & Lombardo (2007) indicam alguns fatores a serem considerados na utilização de imagens termais em pesquisas climatológicas, destacando que o período do ano em que a imagem é registrada é de fundamental importância, principalmente quando o objetivo da pesquisa é identificar ilhas de calor, pois a insolação e, conseqüentemente, a reflexão da radiação se comportam de formas distintas, de acordo com a estação do ano.

Outro fator importante está relacionado às condições do tempo, porque a qualidade da imagem está diretamente relacionada ao tempo bom, principalmente à ocorrência de nuvens com alta concentração de vapor d'água.

As resoluções espacial e temporal também influenciam. A primeira, pela possibilidade de identificação da realidade local e regional, principalmente dos aspectos ligados ao uso e ocupação do solo, e a segunda, pela escolha de dias e horários mais convenientes ao objetivo do estudo.

Nota-se claramente que a recomendação de Freitas e Lombardo (2007) está restrita às imagens termais, pois o objetivo central do estudo foi a identificação de ilhas de calor através de imagens de satélite. Apesar dessa peculiaridade, os fatores apontados também devem ser considerados na utilização de imagens de satélite para estudos do índice de vegetação, pois a confiabilidade da avaliação depende da qualidade das imagens, principalmente no aspecto da escala de trabalho e da visibilidade do sistema de imageamento. Inclusive, a análise de imagens de satélite não pode ficar restrita a tais fatores, por serem muito genéricos. Por isso, a análise do índice de vegetação da área através do cálculo de algoritmos, criados especificamente para tal fim, foi mais eficiente. Esse índice de vegetação é chamado de NDVI – sigla em Inglês.

O NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*) é um índice que permite identificar a presença de vegetação verde na superfície e caracterizar sua distribuição espacial, além de também identificar sua evolução no decorrer do tempo. Essas informações combinadas podem ser muito importantes para identificar fenômenos que possam estar ocorrendo em uma determinada área, notadamente, os relacionados com os processos de degradação ambiental, mas também serve como indicativo das condições termo-higrométricas. Esse índice de vegetação é gerado pela combinação de bandas em sensoriamento remoto que podem estar relacionadas com a quantidade e com o tipo de vegetação existente no terreno, tendo sido usado na estimativa de vários parâmetros da vegetação como, por exemplo, o índice de área foliar (BARET e GUYOT, 1991).

Mendonça & Dubreuil (2005) realizaram um estudo para a cidade Curitiba, utilizando uma imagem de satélite LANDSAT TM, que auxiliou de forma eficaz na interpretação de

dados meteorológicos evidenciando a análise da relação entre a termografia de superfície e a temperatura do ar no inverno de 2002, na Região Metropolitana de Curitiba.

A técnica utilizada consistiu no tratamento de uma imagem Landsat 7 ETM do mês de setembro de 2002 com um conjunto dos canais Landsat na resolução de 30 metros. Entretanto, optou-se por utilizar o canal 6 (infravermelho térmico – 60 metros de resolução espacial) para mostrar a repartição das superfícies quentes e frias na aglomeração. Após o devido tratamento da imagem, foi possível converter os dados em temperaturas de brilho com o uso dos coeficientes de repartição (coefficients d'étalonnage) fornecidos com a imagem.

O uso e a ocupação do solo foram analisados a partir de uma composição colorida de três canais (4, 5, 3) da imagem Landsat, que permitiu identificar as diferentes paisagens intraurbanas e, posteriormente, feita uma análise comparativa com outros documentos obtidos na pesquisa.

Essa experiência demonstrou a importância da utilização de imagens de satélite em estudos da climatologia local e regional, pois facilitou a identificação de realidades distintas e a obtenção de dados confiáveis na elaboração de diagnósticos climatológicos, principalmente referentes às diferentes taxas de albedo, que influenciam na temperatura local, através do balanço de radiação.

Dumke (2007) utilizou imagens de satélite Landsat 7 ETM+, para elaborar a Carta de Uso do Solo do Aglomerado Urbano da Região Metropolitana de Curitiba, que propiciou a classificação do uso do solo e identificou a distribuição espacial dos tipos de uso e de cobertura do solo, considerando-se o albedo como formador do clima nas paisagens intraurbanas. A partir dessa delimitação, foi efetuada a comparação do clima urbano-rural, buscando distinguir áreas urbanas densas, áreas urbanas menos adensadas, tipo de cobertura vegetal densa, esparsa e cultivo, solo exposto e corpos d'água.

Esse trabalho teve uma abordagem criteriosa do fato urbano em si, por isso o levantamento efetuado através das imagens de satélite foi essencial ao conhecimento da realidade urbana, mesmo que o construto urbano não seja o único elemento formador do espaço urbano. Entretanto, como ferramenta para identificar as diferenças e semelhanças na distribuição espacial da cidade, a técnica ou tecnologia disponibilizada pelas imagens de satélite foi importante para organização do levantamento de campo que se sucedeu.

A partir desse referencial teórico, foi possível a obtenção de imagens LANDSAT TM, fornecidas pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), que abrangeram a área de estudo através das cenas 222-77 e 222-78 (Guarapuava) e 222-78 e 221-78 (Irati), sendo que as cenas 222-77 e 222-78 foram do dia 20 de julho de 2007 e a cena 221-78 foi do dia 29 de julho de 2007.

Convém salientar que, em virtude da órbita do satélite, não foi possível conseguir imagens do mesmo dia que contemplassem os dois municípios. Outra questão a ser enfatizada é de que o ideal seria trabalhar com imagens referentes ao período de coleta dos dados (inverno de 2008), mas as imagens disponíveis para esse período estavam com muita cobertura de nuvens, em virtude do alto nível de umidade à época, para a região. Por isso, optou-se pela utilização das imagens do inverno do ano anterior (2007), porque as informações de uso e ocupação do solo pouco se alteraram e as variações termais devem representar a distinção das temperaturas superficiais com eficiência para os objetivos propostos.

Estas imagens possibilitaram a construção do índice de vegetação através das imagens de Guarapuava e Irati, buscando uma diferenciação da ocupação do solo, focada em áreas com vegetação arbórea e arbustiva, o que pode influenciar a temperatura de superfície. A metodologia utilizada para a obtenção do NDVI, através das imagens LANDSAT-5, que possuem resolução espacial de 30m por pixel, consistiu no cálculo derivado das imagens TM, utilizando os canais 3 e 4, visível e infravermelho próximo, respectivamente, e aplicando a seguinte equação:  $NDVI = \frac{Canal\ 4 - Canal\ 3}{Canal\ 4 + Canal\ 3}$ . O tratamento dessas imagens foi realizado através

dos softwares ArcGis 9x e Idrisi Andes.

Embora numericamente os valores do NDVI possam variar entre 1 e -1, empiricamente o NDVI da vegetação terrestre varia entre 0,1 e 0,6 (Goward, 1991). Materiais que refletem mais fortemente na faixa do vermelho do que na do Infravermelho, como as nuvens e a água, apresentam NDVI negativo. Solos descobertos e rochas refletem o vermelho e o infravermelho quase nas mesma intensidade.

Através das mesmas imagens, também foi possível a construção de mapas termais, que identificaram as diferenças de temperatura de superfície para a região de estudo, utilizando procedimentos de tratamento das imagens através do software ENVI 4.7. e ArcGIS 9x. Inicialmente as imagens foram importadas para o software. O passo seguinte foi inserir os parâmetros de calibração da imagem como o dia da aquisição, ângulo solar, o sensor do satélite e parâmetros específicos referentes ao sensor TM do Landsat. A partir desse procedimento obteve-se a imagem de radiância. Com a imagem de radiância pode-se elaborar a correção atmosférica da imagem. Para tal, foi utilizada a função inversa de Plank. Com a nova imagem corrigida pode-se então obter a imagem de temperatura em graus Kelvin. O último passo foi transformar essa imagem de temperatura, de Kelvin para Celcius.

De posse de tal imagem, a mesma foi mosaificada e recortada a área de estudo e posteriormente importada no ArcGIS. Foi definida uma legenda padrão para as duas imagens (Irati e Guarapuava) e elaborou-se o layout final.

## **CAPÍTULO 2: CLIMA REGIONAL E URBANO A PARTIR DA INFLUÊNCIA DO RELEVO: REFERÊNCIAS PARA O ESTUDO DE GUARAPUAVA E IRATI**

A climatologia vem evoluindo através dos tempos nas mais diversas áreas de atuação, principalmente, enquanto ramo de pesquisa no leque de investigações das ciências ambientais. Sua importância nas análises inerentes a essa área é inquestionável, pois dá suporte aos aspectos mais importantes das condições socioambientais do planeta, partindo da composição de condições meteorológicas (tempo) e interagindo com outros ramos da ciência, tais como: hidrologia, geologia, geomorfologia e biologia.

Essas áreas do conhecimento não se superpõem, mas trocam conhecimentos e experiências entre si, principalmente porque a energia e a matéria são essenciais às avaliações de todas essas disciplinas. Um exemplo cabal dessa relação é o ciclo hidrológico, composto de fases que incluem aspectos do clima, do solo, do relevo, da biota, e culminam com a descrição hidrológica de um dos recursos naturais mais importantes do planeta: a água.

A climatologia se diferencia da meteorologia, basicamente, por não se ater à descrição matemática dos aspectos ligados à dinâmica atmosférica de elementos meteorológicos, como a temperatura, a umidade e a pressão atmosférica. Sua atuação vai mais além, pois busca a interação destes elementos com os fatores geográficos atuantes (altitude, latitude, relevo, continentalidade, maritimidade e vegetação). É nessa inter-relação que a climatologia surge, buscando características próprias para a explicação de condições específicas para cada local, através de escalas espaciais e temporais apropriadas.

Assim, a climatologia geográfica elegeu o conceito sorreano, afirmando que o clima é “a série dos estados atmosféricos acima de um lugar em sua sucessão habitual” (MONTEIRO, 1971), como metodologia de análise principal. Nesta perspectiva, vários elementos e fatores devem ser estudados e interligados na busca da explicação climática, salientando suas especificidades e suas alternâncias no tempo e no espaço.

Para esclarecer a definição citada, convém deter-se nas palavras de Sorre (1951, p. 13-14): “l’ambiance atmosphérique constituée par la série des états de l’atmosphère au-dessus d’un lieu dans leur successions habituelle”<sup>1</sup>. Esta definição foi proposta sob a justificativa de que os elementos bióticos, contemplados por estudos biogeográficos, seriam melhor compreendidos caso o clima fosse estudado e analisado em sua sucessão habitual, num determinado lugar (espaço ou *habitat*).

O espaço vivido torna-se alvo central para os estudos geográficos do século XX, cujos estudos estão evoluindo, passando por escolhas de métodos e metodologias dos mais

---

<sup>1</sup> O ambiente atmosférico é constituído por uma série de estados da atmosfera sobre um lugar em sua sucessão regular.

variados, que vão desde a simples descrição do lugar até a relação e a descrição da complexidade existente entre vários lugares. O espaço vivido, contudo, possui um substrato físico bem definido que influencia as condições climáticas em todas as escalas, principalmente, na meso e toposcala.

L'ensemble des variations atmosphériques qu'enregistrent nos sens varie d'un endroit à l'autre avec une extrême rapidité il présente en chaque lieu une individualité originale, parfois irréductible à l'individualité la plus voisine. Une légère différence d'altitude, l'opposition des versants d'une même colline, le passage de la rampe au plateau, et la durée d'insolation, le trouble de l'air, la température, la quantité de pluie, tout change. Et en même temps le paysage végétal et les réactions de notre organisme. Nous dirons donc que le climat local est la réalité fondamentale, la seule donnée immédiate de toute climatologie — surtout aux yeux d'un biologiste. Cette proposition semble peut-être évidente et inoffensive. En fait, elle est rarement acceptée avec toutes ses suites.<sup>2</sup> (SORRE, 1951, p. 14).

As considerações de Max Sorre, já na introdução de sua obra, exprimem a noção de que as variáveis físicas da paisagem (relevo e altitude) possuem uma influência significativa no ambiente vivido pelas pessoas, senão por todo o meio biótico. Desta maneira, o ponto de partida para uma análise climática, que se proponha a considerar os elementos e fatores do clima integrados com a vida, deve ser a escala local, pois é a realidade mais perceptível, que interfere de maneira substancial, na dinâmica da relação sociedade-natureza.

As condições naturais normalmente são exaltadas, por apresentar facilidade de mensuração e interpretação, mas as condições ou aspectos sociais não podem ser desprezados numa análise dita integradora, principalmente em tempos em que a Geografia busca discutir a amplitude das relações oriundas da conexão entre a sociedade e os aspectos naturais. Essa análise integradora estará fadada ao fracasso, caso não seja possível considerar a natureza e a sociedade enquanto uma só realidade, passível de compartimentação, mas sem a individualização da complexidade de seus constituintes, tanto naturais quanto sociais.

Entretanto, se o clima local é o que melhor representa a realidade biótica em relação ao meio abiótico, é na análise regional que a explicação para alguns dos elementos e fatores locais torna-se mais elucidativa, pois alguns episódios sociais e naturais só podem ser compreendidos numa escala de abordagem mais ampla, mesmo que os reflexos sejam sentidos no local.

Assim, convém analisar as diversas características da climatologia regional, entendendo-se o “regional”, em sua forma mais ampla, ou seja, como uma zona climática. As relações dos aspectos naturais da superfície terrestre (o relevo em destaque) e suas interações

---

<sup>2</sup> As variações atmosféricas variam com extrema rapidez e com individualidade única. A ligeira diferença de altitude, as orientações das vertentes, a insolação, a amplitude da temperatura do ar e a precipitação, mudam constantemente. Ao mesmo tempo, a vegetação e as reações do nosso corpo também se alteram. Por conseguinte, podemos dizer que o clima local é realmente fundamental, dado especialmente aos olhos de um biólogo. Esta proposta parece óbvia e talvez inofensiva. Na verdade, ela raramente é aceita com todas as suas possíveis consequências.

com as escalas do clima (local e regional) são extremamente importantes para o desenvolvimento do presente estudo, pois a tentativa de relacionar as escalas de abordagem climática e as feições do relevo terrestre é um dos objetivos propostos. Para tanto, serão abordados os aspectos climáticos mais gerais da área de pesquisa e as relações possíveis de serem identificadas nesta realidade.

## 2.1 A climatologia tropical e extratropical

Apesar da defesa da necessária integração dos elementos e fatores climáticos em sua sucessão habitual, é preciso considerar que os mesmos também servem para definir escalas de abordagem, pois seria de uma simplicidade extrema avaliar as condições do clima numa escala planetária. Em Geografia, essa técnica leva o nome de generalização e dificulta a identificação de particularidades locais e regionais, importantes na compreensão das características inerentes a uma determinada realidade, como por exemplo, áreas despovoadas em contraposição a áreas densamente povoadas.

Nesse sentido, a climatologia possui uma escala espacial bem definida, associada aos índices de incidência solar, representada por faixas latitudinais ao redor do globo terrestre. Essas faixas são classificadas em cinco grandes categorias: equatorial, tropical, subtropical, temperada e polar, ainda genéricas, pois a classificação dos climas do planeta leva em conta outras condicionantes. Para o início desta análise, convém não extrapolar a ideia geral, que, aliás, é praticamente do senso comum, pois crianças em idade escolar já se deparam com desenhos esquemáticos em seus livros didáticos, que demonstram esses limites climáticos.

Quando a área de atuação de uma determinada investigação está centrada em latitudes em torno dos 25° Sul, como é o caso presente, ela é considerada, a rigor, como pertencente ao Clima Subtropical, pois a linha imaginária do Trópico de Capricórnio localiza-se na faixa de 23° 26' Sul, ou seja, mais ao Norte. Entretanto, as pesquisas em sua maioria, consideram o limite dos 30°, tanto no hemisfério Sul quanto no hemisfério Norte, como área de atuação do clima tipicamente tropical.

Existem controvérsias sobre essa questão, pois até mesmo a classificação de Köppen, mundialmente utilizada na climatologia, aponta o clima da região como sendo do tipo “C” - climas temperados chuvosos e moderadamente quentes (THOMAZ & VESTENA, 2003). Essa classificação climática afirma que a região centro-sul do Paraná, mais especificamente o município de Guarapuava, está na categoria **temperada**, quando deveria estar na tropical ou subtropical, se considerada a faixa latitudinal como padrão de referência.

Algumas pesquisas climáticas difundidas pelo Brasil e até mesmo pelo mundo, não se apegam a tal definição, outras tantas se debruçam sobre a bibliografia e levantamentos técnicos, buscando entender o fenômeno da tropicalidade. Na busca dessas respostas, talvez, o pesquisador perca o foco de seu estudo, por isso não se pretende fazer grandes

questionamentos acerca do assunto, sendo necessário, no entanto, entender a dinâmica do “clima tropical” e do “clima extratropical”, porque a área de estudo está no limite dessas duas realidades.

Não é conveniente criar polêmica ao redor da perfeita classificação do(s) clima(s) do Brasil e do mundo, mas a reflexão sobre a dificuldade em apontar qual o tipo de clima de uma determinada região, ou principalmente, de um determinado lugar, foi importante para o desenvolvimento conceitual da presente tese. A hipótese pesquisada aborda estas discussões, pois a classificação ou tipologia climática de um dado lugar é mais complexa do que a mera quantificação de dados meteorológicos. Entretanto, o objetivo deste estudo não é formular uma nova classificação, mas apontar diferenças e semelhanças da definição de clima oficial, com as possíveis interações dos elementos e fatores locais.

Em virtude da escassez de obras climatológicas publicadas na língua portuguesa, existem poucas opções de consulta sobre clima tropical. Por isso, uma referência muito utilizada em cursos de graduação em Geografia das universidades brasileiras (AYOADE, 1996), apresenta algumas definições para a sua identificação. Segundo essa referência, a área tropical estaria entre os Trópicos de Câncer e Capricórnio, onde o Sol pode estar no zênite, principalmente no solstício de verão. Outra proposta é de que as latitudes 30°, tanto Norte quanto Sul, podem definir a área de abrangência do clima tropical. O padrão de temperatura média anual também pode ser utilizado, juntamente com a amplitude média diária (AYOADE, 1996).

A região caracterizada como tipicamente tropical apresenta algumas características marcantes, como temperaturas médias sempre acima de 18° e inexistência de uma estação fria, além da questão latitudinal (30° N e 30° S). Tais características são consideradas em escala global, pois é possível perceber a generalização utilizada, principalmente na definição da faixa latitudinal de definição dos limites dos trópicos.

Não se pode desmerecer toda a tipologia creditada ao clima tropical, mas o questionamento é inevitável: as características apontadas acima são irrefutáveis? Se fossem, a evolução da ciência seria questionável, pois a proposição dessas metodologias de classificação (KÖPPEN – entre 1900 a 1936; THORNTHWAITE – por volta de 1948; e MILLER – em 1965) já tem quase 60 anos, em média, período em que várias definições e conceitos foram contestados e outros tantos criados.

Se o clima tropical não apresenta temperaturas médias inferiores a 18° C, então a área de pesquisa deste trabalho estaria fora da classificação considerada tropical, por apresentar médias mensais bem inferiores. Contudo, sua posição geográfica coloca-a dentro da área de predominância do clima tropical. A explicação mais comum para as baixas temperaturas é a altitude, ou seja, o fato de o município de Guarapuava, por exemplo, se localizar a quase 1200 metros de altitude em relação ao nível médio dos mares, o que torna seu clima típico de

altitude. No entanto, esse fator climático raramente é citado em trabalhos que estudam características do clima. Normalmente, utiliza-se a classificação de Köppen, a qual não contempla o fator altitude especificamente, como definidor de um tipo climático, por isso mesmo a classificação do clima oficial para a região é a do tipo C, com climas temperados chuvosos e moderadamente quentes (THOMAZ & VESTENA, 2003; IRATI, 2004).

As características de tropicalidade do clima são amparadas em outros dados, como quantidade e intensidade da precipitação, pois é comum separar as áreas tropicais em áreas com pouca chuva (precipitação anual média abaixo de 600mm) e áreas chuvosas (precipitação anual média superior a 600mm). A distribuição espacial e temporal dessa precipitação, muitas vezes, é inconstante e não possui informações detalhadas, dificultando uma perfeita avaliação de sua gênese e ocorrência, tanto espacial quanto temporal.

A discussão sobre a grandeza escalar (cartográfica, geográfica e climática) já foi efetuada no Capítulo 1, com a conclusão de que a escala de trabalho ideal é difícil de se atingir, pois os objetivos e objetos de estudo se misturam, definindo uma complexidade altíssima. Entretanto, a delimitação de clima tropical abrange uma escala global, em que as faixas latitudinais representam melhor este tipo climático. Ao se apontar as características do clima tropical, não se pretende associá-lo à área de estudo, mas, ao contrário, provar que o Brasil Meridional apresenta uma tipologia climática diferenciada.

Ressalta-se que a produção do espaço geográfico permite diferenciar tipologias climáticas, pois as escalas de abordagem vão definir características distintas para uma mesma “faixa climática”, por isso, a limitação latitudinal do clima tropical se torna extremamente genérica. Mesmo que esta pesquisa não se proponha a investigar uma área tipicamente tropical, as relações existentes entre os diversos tipos climáticos devem ser esclarecidas, pois é possível notar que a combinação, sempre dinâmica, dos elementos do clima com seus fatores definem algumas especificidades, enfocando o fator relevo como definidor de paisagens distintas, tanto na escala local (urbano/rural), como na escala regional.

O Brasil, por se tratar de um país com dimensões continentais, apesar de ter seu espaço físico predominantemente localizado na área tropical, apresenta outros tipos de climas. A maioria dos trabalhos de climatologia, principalmente os constantes nos livros didáticos e paradidáticos, associa o clima tropical ao território brasileiro, o que não deve ser interpretado como verdade absoluta.

Mendonça & Danni-Oliveira (2007) afirmam que a classificação, aceita pela sociedade em geral, de que o Brasil é um país tropical, está vinculada as suas características naturais, principalmente na considerável insolação e nas elevadas taxas de pluviosidade. Os autores, entretanto, fazem várias considerações sobre a dinâmica climática do Brasil, buscando avaliar e identificar diversas especificidades do clima brasileiro, muitas vezes desvinculando



do rótulo de “tropicalidade”. A temática central, inclusive, não é o clima tropical, mas sim “os climas do Brasil”, o que denota a possibilidade da existência de outros tipos climáticos afora o tropical. Novamente, deve-se ressaltar a existência de climas particulares associados à altitude e à maritimidade, por exemplo, o que justifica a existência de outros climas, mas a análise feita propicia uma reflexão sobre a gênese desses climas brasileiros, considerados, na sua maioria, de características tropicais.

Mendonça & Danni-Oliveira afirmam que “O conhecimento científico da zona tropical do Planeta foi iniciado muito tardiamente se comparado ao da zona temperada...” (2007, p. 16), o que explica a falta de clareza na definição do clima tropical.

Uma das características do clima tropical mais marcante, independente da tendência metodológica do trabalho, é a alta disponibilidade de energia, consequentemente com maior calor e maior temperatura. Essas condições predominantes favorecem a ocorrência de um evento essencial à vida no planeta – a precipitação.

Algumas condições são essenciais à formação de precipitação, mas a combinação de calor e umidade é a situação ideal para a ocorrência de chuvas. Obviamente que, para esse processo ocorrer de forma intensa, são necessárias condições específicas e, no caso da zona tropical, elas ocorrem através da concentração e propagação do calor em áreas definidas como Zonas de Convergência - ZC. As zonas de convergência, no caso do continente sul-americano, estão localizadas na linha intertropical e as mais conhecidas são três: Zona de Convergência do Pacífico Sul – ZCPS, Zona de Convergência Intertropical – ZCIT e Zona de Convergência do Atlântico Sul – ZCAS. A última, inclusive, sendo influenciadora da ocorrência de precipitação pluviométrica na região Sul do Brasil (NERY, 2005).

Em virtude dessa alta concentração de energia e umidade, a região tropical também é propícia à formação de tempestades, condicionadas pela relação entre o ar instável (que se desloca ligeiramente de seu nível inicial e encontra-se submetido a uma força que o tenta afastar para níveis superiores), a umidade relativa alta é um mecanismo que origina a ascensão do ar a níveis superiores (p. ex.: barreira orográfica). Atendidas essas condições, a condensação ocorrerá de forma bem mais rápida, influenciando a formação de nuvens extremamente carregadas, que aceleram todo o processo de precipitação. Essas tempestades são classificadas genericamente em dois tipos: Tempestades de massas de ar e tempestades frontais. As primeiras ocorrem quando uma massa de ar é relativamente fria e obriga a ascensão de uma massa de ar quente, úmido e instável. No caso das tempestades frontais, elas se originam a partir de uma intensa insolação, que produz um grande aquecimento do ar em contato com a superfície, podendo ocorrer também nas zonas costeiras, na troca de ar quente e frio entre o oceano e o continente (VIANELLO & ALVES, 1991).

Essas são algumas das características do clima tropical, que é relativamente pouco estudado e, por isso mesmo, não apresenta uma delimitação espacial bem específica, pois,

regiões onde predominam a sua ocorrência são chamadas de tropicais, embora nem sempre toda a área relacionada possua clima tipicamente tropical. Isto se deve à amplitude da faixa latitudinal, fator normalmente utilizado para classificá-lo, pois as diferenciações locais e regionais propiciam a descoberta de climas com características distintas.

Para frisar a dificuldade em definir a área de atuação do clima tropical, convém ressaltar como é tratado o conceito de trópico em trabalhos de climatologia.

This book deals with the climatic conditions in those parts of the world that are commonly referred to as the “tropics”. This term has no exact meaning, so we will define it here and indicate which regions are covered in this book. The word “tropics” is derived from the Tropics of Cancer and Capricorn...<sup>3</sup> (McGREGOR & NIEUWOLT, 1998, p. 1)

Nota-se a dificuldade em definir o termo *tropics* (trópicos), o que não significa a falta de argumentos para caracterizar as condições típicas da região tropical, mas a imprecisão na definição da área de abrangência e na explicação da origem da terminologia.

McGregor & Nieuwolt (1998) salientam a importância dos estudos de climatologia dos trópicos, em virtude da alta densidade populacional da região e da ocorrência de grandes reservas naturais, além de a dinâmica atmosférica ter como origem energética áreas próximas à linha do Equador, ou seja, ser originada em região intertropical. Por tudo isso, a climatologia torna-se elemento imprescindível para a compreensão das relações existentes na zona tropical, principalmente pela riqueza de detalhes em subsidiar classificações climáticas, como por exemplo, para a agricultura ou saúde humana e, ainda, para o conforto ambiental.

A descrição dos fluxos horizontais e verticais ou movimentos de calor, impulso e umidade que ocorrem na região pode ajudar a compreender as causas e efeitos do balanço de energia local e global. O entendimento das atividades humanas e do alcance de processos ambientais são informações climatológicas que podem beneficiar a sociedade, a administração ambiental e a taxa da disponibilidade e distribuição de recursos naturais, como a água, por exemplo (McGREGOR & NIEUWOLT, 1998).

As condições e as características do clima tropical, por si só, propiciam a definição dos climas extratropicais, ou seja, qualquer tipo de clima que não apresente elementos e fatores associados à tropicalidade, está fora da área de abrangência tropical. Quais são esses climas? O mais comum seria indicar três tipos básicos: subtropical, temperado e polar.

Novamente, a classificação é feita a partir de uma visão generalista, critério questionável, mas não equivocado. O clima subtropical ocorre nas áreas de transição entre o clima tropical e o clima temperado, ou seja, em latitudes médias, normalmente associados à circulação de Oeste. No hemisfério norte, sua área de abrangência ocorre com mais clareza na

---

<sup>3</sup> Este livro trata das condições climáticas nas regiões do mundo que são geralmente referidos como “trópicos”. Este termo não tem significado exato, por isso vamos defini-lo aqui e indicar quais regiões são abordados neste livro. A palavra “trópico” é derivado do Trópico de Câncer e Capricórnio...

parte ocidental do continente europeu, entre 30° e 45° de latitude, quando se une ao clima oceânico temperado. No Hemisfério Sul, ocorre em latitudes mais baixas (25° a 35°), principalmente no sul do Brasil, na África do Sul e na Austrália, na parte oriental dos continentes. Todas as áreas de influência desse tipo de clima apresentam uma característica peculiar, que é uma variabilidade interanual bem marcada: no verão, se a circulação de Oeste é relativamente baixa, a pluviometria é alta. Ao contrário, se o cinturão anticiclônico subtropical é mais atuante, o verão é mais seco (CHÉMERY, 2003).

Dessa forma, é possível perceber que a classificação para os tipos de clima não é estática, pois gera amplas áreas de transição climática, em que a tipologia do clima nem sempre é bem definida, tanto temporalmente quanto espacialmente. Ab'Sáber (2003), ao descrever os domínios paisagísticos do Brasil, enfatiza a importância dessas áreas de transição, onde as características naturais não se definem claramente, apresentando cenários similares aos das áreas vizinhas. A paisagem típica das matas de araucárias, espalhada pelos Estados do Sul do Brasil (Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul), serve de exemplo incontestado das condições de transitoriedade, pois a vegetação, o solo e o clima dessa vasta região variam bastante, apresentando paisagens típicas de clima temperado e ao mesmo tempo, climas tropical e subtropical.

Assim, a área de estudo desta pesquisa encontra-se exatamente na transição entre o domínio morfoclimático Tropical Atlântico e o Planalto de Araucárias e Pradarias Mistas, apresentando características comuns a ambos e dependendo, essencialmente, das influências locais (sociais e naturais).

O clima temperado pode estar associado a uma baixa variabilidade dos elementos do clima, principalmente com relação ao elemento pluviosidade (regiões úmidas). Esta característica da precipitação se opõe às taxas de variabilidade muito elevadas e a condições extremas, comuns em climas tropicais. Contudo, em todos os tipos de clima existem valores extremos. A rigor, este tipo de clima ocorre com mais frequência no Hemisfério Norte, principalmente no norte, nordeste e noroeste da América do Norte e noroeste da Eurásia, além do norte e nordeste da Ásia. No Hemisfério Sul, é possível identificar sua atuação no sudoeste da América do Sul (costa chilena e peruana) e nas regiões sul, sudoeste e sudeste da Austrália. Esse clima é subdividido em quatro ramificações: Clima Temperado Frio Continental, Clima Temperado Frio Hipercontinental, Clima Temperado Oceânico de Transição e Clima Temperado Oceânico. No Hemisfério Sul ocorrem as duas últimas, enquanto no Hemisfério Norte ocorrem todas as ramificações possíveis (CHÉMERY, 2003).

Existem outras categorias climáticas que se enquadram como extratropicais – o Clima Polar e o Clima Equatorial. O primeiro é típico das regiões dos polos e não apresenta características muito variadas, atendo-se principalmente às baixas temperaturas e à paisagem desértica. Já o Clima Equatorial possui condições identificadas como quentes e

úmidas, sem ocorrência de estações do ano bem marcadas, ocorrendo predominantemente junto a linha do equador, onde a duração do dia é praticamente uniforme durante todo o ano. Ao contrário do que se pode pensar, o clima equatorial não se limita à linha do equador, pois também pode ocorrer até o limite dos 10 ou 20° de latitude. A temperatura média anual fica em torno de 26°C e sua amplitude normalmente não ultrapassa os 6°C (CHÉMERY, 2003).

As características dos climas extratropicais reforçam mais ainda a importância do clima tropical, pois as condições de vida são bem mais severas fora dos limites da tropicalidade. Os outros tipos climáticos, normalmente, apresentam rigores em suas características (o polar é muito frio e desértico, o equatorial é muito quente e também apresenta regiões desérticas; o temperado limita muitas atividades e restringe a vida). O único clima extratropical bem parecido com o tropical é o subtropical, até mesmo por sua característica de transição (CHÉMERY, 2003).

Apesar da insistência em utilizar e avaliar padrões de classificação climática, é interessante ressaltar que tal temática não foi abordada a fundo neste estudo, ou seja, não se pretendeu propor novas metodologias ou, até mesmo, novas classificações climáticas. A discussão, no entanto, é pertinente à tese, pois tais classificações, aceitas pelos órgãos oficiais (governamentais ou não), baseiam-se em modelos que perduram há quase 100 anos e as discussões contemporâneas não permitem uma avaliação tão estática e pragmática do clima.

Por isso, a classificação dos climas não pode ser feita de forma estritamente estática. Vários atributos devem ser considerados, pois ao se avaliar o clima desta forma, corre-se o risco de defender uma posição determinística, voltando-se a limitar a vida no planeta às condições naturais, pensamento ultrapassado pelas diversas opiniões de pesquisadores, atuantes em várias linhas de investigação, principalmente na Geografia. Por isso, ao se fazer uma análise climática, principalmente geográfica, os aspectos locais e regionais devem ser considerados.

Diante disso, julgou-se necessário apresentar a discussão relativa à diferenciação climática, pois a área de estudo está localizada na faixa de transição do clima tropical com o subtropical, apresentando, às vezes características de temperado. Ao se propor essa discussão, foi possível perceber que as dificuldades em classificar o clima para a região existem, estando totalmente vinculadas às características da vegetação e do relevo, mas também do efeito da continentalidade. Esses fatores, uma vez estudados em escalas diferentes, propiciam características distintas à classificação do clima local e regional.

## **2.2 A análise climática e os aspectos locais e regionais**

Ao se realizar uma discussão em que a temática central aborda parâmetros do clima, sejam eles em qualquer escala, novamente deve-se lembrar do conceito proposto por Max

Sorre, quando diz que o clima é a série de estados atmosféricos sobre determinado lugar em sua sucessão habitual (MONTEIRO, 1971).

A repetição dessa definição ou conceito de clima pode parecer cansativa, mas é necessária, pois cada um desses estados caracteriza-se pelas propriedades dinâmicas e estáticas da atmosfera: composição química, pressão, características dos gases, temperatura, grau de saturação, comportamento quanto aos raios solares, poeiras ou matérias orgânicas em suspensão, estado do campo elétrico e velocidade de deslocamento das moléculas. Essas propriedades podem ser ao mesmo tempo dinâmicas e estáticas. Só para ilustrar, a concentração de gases na atmosfera é um parâmetro estático, pois varia muito pouco em todo o globo terrestre e suas taxas e quantidades são quase que permanentes, mesmo variando na escala temporal. Já a temperatura é um elemento extremamente dinâmico, pois sua variação é significativa de lugar para lugar e depende muito da interação de outros fatores e elementos ambientais.

A caracterização climática pode se confundir com a caracterização do tempo meteorológico, pois corresponde a uma combinação complexa, na qual, conforme o caso, um ou dois elementos desempenham um papel preponderante. É comum dizer que o tempo é quente, seco, chuvoso ou calmo. A noção de tempo e, por consequência, a noção de clima são noções sintéticas\*. A análise climática deve considerar separadamente a ação de cada um dos elementos do tempo e do clima sobre o ser vivo. Não se deve, porém, perder de vista a noção de que esses elementos agem todos em conjunto e também por meio de outros. Ao se considerar os fatores do clima (latitude, altitude, massas oceânicas, movimentos da atmosfera, exposição e declividade) como circunstâncias que determinam a existência e regulam a sucessão dos tipos de tempo, estar-se-á delimitando a ocorrência de uma dinâmica localizada, de acordo com a maior ou menor influência destes fatores.

Em cada instante dado e em cada ponto do globo, a atmosfera é uma combinação singular que tem pouca chance de se reproduzir de uma maneira perfeitamente idêntica. O ritmo das estações traz estados higrométricos comparáveis em vários meses de distância. Esses estados se agrupam em torno de formas ou tipos característicos de cada período do ano. Os fatores internos e externos, dependentes desta sucessão, oferecem uma relativa regularidade nas condições ambientais. Por isso, é necessário analisar a realidade local nas suas mais diversas relações, principalmente naquelas definidas pela paisagem local normalmente oriundas de intervenções da sociedade humana.

Entre os estados atmosféricos que se sucedem, há os que se distanciam consideravelmente em intervalos muito longos, não havendo nenhuma regra que permita

---

\* A noção sintética do tempo refere-se à compreensão de que os elementos são dissociados, ou seja, se num local chove muito, diz-se que o clima é chuvoso, por exemplo. Por isto, mesmo que exista a necessária relação de todos os elementos e fatores meteorológicos e climáticos, a noção comum ressalta o elemento ou fator que prepondera. Esta compreensão, muitas vezes, leva a uma interpretação equivocada.

prever a ocorrência, por exemplo, de frios muito rigorosos dos “grandes invernos” dos quais a história guarda a lembrança. A inserção de eventos extremos na noção de clima deve ser precedida da necessária identificação dos tempos de recorrência para tais fenômenos. Existem algumas técnicas matemáticas, estatísticas e físicas que permitem efetuar esses cálculos, mas a probabilidade de acerto do retorno de eventos extremos é proporcional ao número de acontecimentos disponíveis para avaliação, causando certa dúvida quanto à certeza deste retorno.

Ao se desconsiderar os eventos extremos excepcionais e relacionar todos os outros que se aproximam do comportamento médio (normal), surge a necessidade de se analisar o clima local, pois é nesta escala que tais fenômenos (eventos) são mais bem visualizados e propiciam a oportunidade de relacioná-los a processos e elementos naturais e sociais inerentes. Ressalta-se, contudo, a não pretensão de retirar a avaliação dos eventos extremos da noção de clima, sendo recomendável efetuar levantamentos criteriosos sobre a possibilidade desta ocorrência, para, só então, inseri-los na caracterização de determinada tipologia climática. Um exemplo bem elucidativo é a ocorrência de precipitação nival, especificamente em regiões de clima subtropical. Sabe-se, com certeza, que esse evento ocorre em alguns dias do ano e em determinados locais, considerando as combinações de elementos e fatores do clima, em situações esporádicas, com uma frequência bem limitada.

Existem alguns padrões de análise para a climatologia dinâmica que não podem seguir criteriosamente a técnica estatística denominada média, que não deve ser abandonada, pois ainda é uma ferramenta essencial à análise climática contemporânea, desde que seja moderadamente usada e criteriosamente avaliada.

Ao se propor a discussão sobre a possibilidade de análises climáticas nas escalas local e regional, pretendeu-se apresentar suas respectivas áreas de influência e possíveis procedimentos metodológicos para avaliá-las. Tais procedimentos podem diferenciá-las, mas também podem indicar similaridades na compreensão do clima nas duas escalas, conforme apresentado no Capítulo 1.

Sorre (2006), ao abordar o objeto e o método na climatologia, indica que não há como identificar dois locais com combinações dos elementos e fatores do clima perfeitamente idênticos, mas que suas ações podem produzir uma generalização possível de ser analisada enquanto aspectos regionais. Esta noção é uma etapa do caminho da abstração e se aproxima da realidade concreta na escala regional, principalmente onde o jogo do dinamismo atmosférico é o mais simples e onde a topografia é a mais uniforme. Nas regiões intertropicais, com suas grandes extensões e com um dinamismo atmosférico preponderante, resultante do fato de ser um “ponto de encontro” de energia vinda por parte dos dois hemisférios do globo e, ao mesmo tempo, de funcionar como área dispersora desta energia,

existe uma sucessão dos estados atmosféricos que as diferencia das condições de climas temperados que, por exemplo, lhe dão a singularidade de um “clima regional”.

Entretanto, quando a topografia revela uma grande variedade como nas regiões de montanha, o clima regional é simplesmente uma associação de climas locais ou estacionais. Os climas regionais estão circunscritos a regiões homogêneas, levando à utilização da idéia de limite climático, normalmente utilizado sem muito critério. Existem casos particulares, como as barreiras orográficas, fortemente influenciadoras de condições climáticas distintas, cujos limites, estritamente físicos, não podem ser unicamente responsáveis pela delimitação de um determinado tipo climático. A região de estudo se enquadra, claramente, nesse exemplo, pois possui uma feição geomorfológica (relevo de *cuesta*) que evidencia um limite orográfico para a atuação dos elementos do clima, principalmente a ação dos ventos, responsável pela dinâmica na escala secundária e também terciária.

As chamadas zonas transicionais são extremamente complexas e nelas ocorre a mistura de duas realidades distintas que, combinadas entre si, levam à caracterização de áreas diferenciadas daquelas que lhe dão origem. Ao se considerar o jogo das massas de ar, por exemplo, fica evidente essa complexidade, pois, normalmente, uma massa de ar frio tende a se expandir mais facilmente e, ao entrar em contato com outra massa de ar, de características distintas, tende a perder seus atributos originais e se transformar, captando essências do local por onde passa. A delimitação da região de abrangência de um determinado evento, não significa a atribuição de um clima local, de acordo com suas características. Vários outros eventos devem ser considerados, por isso o clima regional é definido de forma generalista, de acordo com a predominância de elementos e fatores climáticos (SORRE, 2006).

Assim, a definição de clima regional passa pela interpretação da realidade local, principalmente porque as condições locais irão influenciar o comportamento regional. Contudo, a preponderância dos estados médios da atmosfera e das grandes concentrações de fatores geográficos (vegetação, altitude, relevo, etc.) irão definir um limite, mais ou menos arbitrário, para a área de um determinado clima regional. Da mesma forma que o conceito geral de região encontra críticas, a definição de clima regional também não é estática, ainda mais quando a dinâmica de eventos meteorológicos é considerada.

Dessa forma, o clima local normalmente é atribuído a áreas reduzidas, principalmente pela intensidade e complexidade das relações geográficas, que lhe dão características próprias. Um grande exemplo de clima local são aqueles estudados pela Climatologia Urbana, pois suas áreas de estudo normalmente são bastante diferenciadas em relação a outras áreas não-urbanizadas, mesmo que a temática seja a mesma.

O clima local, muitas vezes, é uma sucessão de microclimas; por isso, ao tentar diferenciar as escalas de abordagens climáticas, essencialmente na questão relativa ao local e regional, Geiger, em *Manual de Microclimatologia*, elucida:

Se desta forma nos aparecem, na proximidade do solo, diferenças entre todos os elementos meteorológicos, também de modo semelhante surgem diferenças horizontais em pequenas áreas, causadas pelas diversas características do solo e sua humidade, por diferenças mínimas de declive do solo e pelo tipo e altura da vegetação que o cobre. Resumindo, chama-se a todos estes climas de áreas muito reduzidas, microclima, por contraposição ao macroclima das redes nacionais (GEIGER, 1961, p. 6).

O autor tenta esclarecer que os elementos e fatores meteorológicos considerados pela rede oficial de monitoramento (estações climatológicas) são avaliados de formas distintas e têm importâncias diferenciadas no que tange à identificação dos tipos de clima. Mesmo que as influências do local sejam partes do clima regional, as metodologias utilizadas para mensurar um e outro são totalmente opostas, sendo que a principal diferença é que as estações climatológicas desconsideram toda a dinâmica biótica e abiótica que ocorre na camada inferior a 2 metros do solo. Geiger (1961) chama esses ambientes opostos de áreas da microclimatologia e da macroclimatologia, para enfatizar a diferenciação entre os dois, sendo que existem camadas limites entre o micro e o macro, onde se localizam as abordagens local e regional.

Sabe-se, no entanto, que as estações de monitoramento oficiais, pelo menos no Brasil, também utilizam dados coletados abaixo do abrigo meteorológico, pois é comum a coleta de dados de temperatura do ar na relva, o que permite ao pesquisador obter informações de acordo com sua expectativa de análise pessoal. Esses dados, normalmente, não são utilizados para a avaliação e classificação climática.

Quanto mais limitada (específica) é a escala climática de trabalho, mais suas influências devem ser detalhadas, como, por exemplo, a advecção, pois o fluxo calórico que penetra no volume de ar a ser considerado, depende da intensidade desse fluxo e também da altura limitante da superfície superior. Uma vez que a influência horizontal seja anulada pelos fluxos verticais, diz-se que o estudo microclimatológico é mais eficaz. Por isso,

...podemos concluir de muitíssimos trabalhos o grande significado dos fenômenos advectivos, e ainda o tipo e intensidade de sua ação. Estes fenômenos são particularmente evidentes nas zonas de contacto de diferentes substratos (terra, água, neve), ou onde o solo tem usos diferentes (estrada, prado, campo cultivado, mata) (GEIGER, 1961, p. 252).

Quanto mais distante da superfície do solo, menor a influência dos processos advectivos e isso também se relaciona com os tipos de substratos e uso do solo. A terra tem propriedades diferentes de condução e retenção de energia, dependendo de como esteja sendo usada (área urbana ou área rural, por exemplo), pois os obstáculos ao processo de transporte horizontal de energia podem limitar ou estimular sua área de abrangência. Na água, isso já não ocorre com tanta facilidade, pois sua superfície é relativamente homogênea e a variabilidade do transporte de energia vai estar quase que totalmente vinculada a processos convectivos, ou



seja, transportes verticais. Isso não significa que a advecção não ocorra, mas sim que sua influência é mais homogênea e a análise microclimática, ou até mesmo a local, é insuficiente para captar possíveis alterações nesta relação.

A topoclimalogia, designação proposta por Thornthwaite (1953), parece ser o caminho mais coerente para investigações do clima local e das suas relações com o clima regional, possibilitando ao pesquisador fazer uma abordagem que vai do micro ao macroclima, sem perder a noção de relações e características próprias de cada fator e elemento a ser considerado. Para tanto, a cartografia torna-se uma metodologia essencial, onde as escalas 1:10000 e 1:25000 são as mais utilizadas para análises que consideram o relevo como fator interveniente, porém a escala 1:500000 ou menor também pode ser utilizada, mesmo que as feições da superfície terrestre sofram alguma generalização, possibilitando a mensuração do clima local e, ao mesmo tempo, do clima regional.

O clima local é parte integrante do regional que, por sua vez, recebe influência local. A combinação de elementos e fatores do clima, em uma determinada área, propicia a homogeneização, levando à classificação regional do clima. Essa regionalização, entretanto, pode ser atribuída a critérios menos complexos e mais estáticos, como é o caso de clima desértico, clima de montanha, clima litorâneo, entre outros. Essas regiões são definidas através de situações homogêneas estritamente físicas, principalmente no caso de montanhas (altitude) e litorais (maritimidade), mas também no caso dos desertos, apesar de a gênese das aéreas desérticas ser bem heterogênea.

As regiões desérticas existem devido à dinâmica da circulação geral da atmosfera, que impede o aporte de umidade e propicia a propagação de ar seco, ocasionando altas temperaturas diurnas e baixas temperaturas noturnas, ou seja, a amplitude térmica é muito acentuada. Esta situação, por sua vez, retroalimenta o sistema, gerando mais desertificação e maiores contrastes térmicos. A formação geológica também pode explicar a existência de vastas áreas desérticas, mas o fundamental é que qualquer explicação dada se limita a aspectos físico-naturais, que definem a possibilidade de análises locais e também regionais, dependendo da magnitude das influências identificadas.

Da mesma forma que o clima desértico, o clima de montanha ou de altitude também oferece um exemplo elucidativo, pois a diferença na emissividade radiativa existente define temperaturas mais amenas em altas altitudes, em relação a áreas mais baixas. Outra ocorrência comum é a clara diferenciação das vertentes a barlavento e sotavento. Em áreas de montanhas, as vertentes a barlavento normalmente são mais úmidas e frescas, comparadas com as vertentes a sotavento, mesmo que essa relação transcenda o regional e se configure no local também.

### 2.3 A interação do relevo com o clima em diferentes escalas

O clima é considerado como um dos mais importantes elementos da natureza, participando ativamente na morfogênese do relevo terrestre, tanto no presente quanto no passado. A influência das condições climáticas no substrato rochoso, que por sua vez, origina diferentes formas do relevo terrestre, deve ser considerada fundamental por qualquer estudioso da área das Geociências, assim como também por investigadores da origem das formas do relevo, mais especificamente.

As influências diretas são as decorrentes da ação dos elementos climáticos, especialmente a temperatura do ar, as precipitações atmosféricas, a umidade e os ventos. Esses elementos vão agir sobre o material rochoso, alterando-o física e quimicamente, e contribuirão para o desencadeamento dos diversos processos que irão esculpir as paisagens geomorfológicas das áreas emersas. (OLIVEIRA, 1997, p. 8).

Desta forma, a morfogênese do relevo terrestre possui vários exemplos dessa interação (degelo nas áreas periglaciais, fortes amplitudes térmicas diárias ocorridas nos ambientes desérticos, interferências da umidade atmosférica sobre as rochas, atuação dos ventos nos ambientes secos que acarreta a formação de depressões e dunas).

A importância das variações do clima na morfogênese impôs-se de maneira muito clara em meados do séc. XIX, na sequência das investigações de Louis Agassiz sobre os glaciares dos Alpes. Mas o marco decisivo foi a publicação, entre 1901 e 1909, da monumental obra de Albrecht Penck e Eduard Bruckner, “Die Alpen im Eiszeitalter” (os Alpes na Idade do Gelo), onde ficou definida a cronologia clássica das glaciações. Outro ilustre investigador alemão, Budel, discípulo de Penck e Bruckner, baseou o seu estudo da evolução das formas do relevo terrestre nas influências do clima sobre a morfogênese, e o seu livro “Klima-Geomorphologie” (Budel, 1977), é uma tentativa de síntese geomorfológica à escala da Terra, com base na zonagem morfoclimática do Globo. Em França, Erhart publicou em 1956 o ensaio “La genèse des sols en tant que phénomène géologique”, em que definiu a sua teoria da bio-rexistasia e sublinhou a grande importância dos ambientes climáticos e vegetais na evolução dos processos de alteração, física ou química, das rochas. O mapa das Zonas Morfoclimáticas do Globo, de Tricart e Cailleux (1965), é também uma demonstração da dependência dos quadros da morfogênese em relação aos grandes climas regionais da Terra (FERREIRA, 2002, p. 7-8).

O relevo interage com as condições climáticas de várias outras formas, diversificando os padrões climáticos de todo o planeta, através da variação de altitude da superfície e da forma e orientação das vertentes. Sobre estas influências, muito se tem discutido na literatura climatológica e nos cursos de graduação em áreas associadas à temática que buscam frisar sua importância na definição dos climas, principalmente na questão da altitude, representando cerca de 0,5 °C ou 0,6 °C de decréscimo a cada 100m de elevação em relação ao nível do mar.

O relevo apresenta três atributos importantes na definição dos climas: posição, orientação de suas vertentes e declividade. A posição do relevo favorece ou dificulta os fluxos de calor e umidade entre áreas contínuas. Um sistema orográfico que se disponha latitudinalmente em uma região, como o Himalaia, por exemplo, irá dificultar as trocas de calor e umidade entre as áreas frias do interior da China e aquelas mais quentes da Índia. [...] Nas zonas mais carentes de energia solar (latitudes extra-tropicais), a orientação do relevo em relação ao Sol irá definir as vertentes mais aquecidas e mais secas, e aquelas mais frias e mais úmidas. [...] As regiões que possuem sua superfície ondulada terão o fator declividade modificando a relação superfície/radiação incidente... (MENDONÇA & DANNI-OLIVEIRA, 2007, p. 47).

Os três atributos mencionados são diferentes daqueles citados anteriormente. Neste caso, a posição (orientação latitudinal ou meridional) de uma formação rochosa, por exemplo, influencia nas trocas de energia. Além dessa atuação, a própria diferenciação altimétrica também interfere, mesmo sendo numa escala local. A disposição, a altitude, a forma e a orientação da morfologia do relevo indicam condições climáticas diferenciadas, mesmo sendo em pequenas proporções.

Contudo, ao se considerar a altitude como foco de análise, a diferença não é totalmente explicada pela taxa de variação vertical (amplitude altimétrica), mas como resultado da absorção e reirradiação da energia solar pela superfície do solo. Esta relação influencia na temperatura e na amplitude do ciclo diurno. Como a densidade do ar também diminui com a altitude, o ar absorve e reflete uma porção menor de radiação solar incidente (VAREJÃO-SILVA, 2001).

As condições climáticas influenciam as formas do relevo e, em contrapartida, as formas do relevo também influenciam as condições climáticas. Esta harmonia define comportamentos ambientais mais diversos, mas é, sobretudo, na delimitação das condições de vida, tanto humana, quanto animal e vegetal, que as influências são mais notadas e se tornam imprescindíveis para a evolução das espécies.

O sistema físico compõe a base de qualquer ambiente e a sua compreensão depende de uma visão sistêmica e integradora a respeito da estrutura, do arranjo e do funcionamento da paisagem e dos ecossistemas que nela se incluem. Entretanto, compreender esse relacionamento vai além de apenas constatar que a paisagem está sujeita a transformações e que os processos e efeitos operam e são percebidos em diferentes escalas, tanto espaciais quanto temporais. Para tanto, é preciso conhecer o “lugar”, identificar no detalhe as formas de seus terrenos, rugosidade topográfica, amplitude dos vales e a grandeza de suas planícies de inundação, entre outros aspectos.

À primeira vista, a paisagem topográfica parece imutável na escala temporal de milhares de anos, mas, na escala local e pontual, apresenta modificações sensíveis no transcurso de alguns poucos anos ou décadas. O relevo e as águas superficiais são elementos

que se integram ao clima, vegetação e solos na organização dos sistemas ambientais físicos, mas também influenciam e são influenciados pelos sistemas sociais, culminando com uma ação integrada com um conceito mais amplo – sistema socioambiental.

Farias (2009), ao propor um estudo sobre o clima, o relevo e o solo de Erval Velho-SC, enfatiza a influência do relevo na descrição ou definição (como a autora chama) do clima do estado de Santa Catarina como um todo.

...Santa Catarina tem um relevo bastante peculiar que facilita a divisão de seu território, basicamente, em duas regiões climáticas: planalto e litoral. O litoral caracteriza-se pela baixa altitude e a presença termo reguladora do mar; e o planalto pela elevada altitude e baixa temperatura no inverno (também possui uma grande amplitude térmica: o dia pode apresentar-se quente e a noite muito fria. O litoral não sofre tanto com a amplitude térmica, porque os corpos de água liberam o calor adquirido tardiamente fazendo com que durante a noite, quando não há radiação solar, o ambiente seja aquecido por este calor). No extremo oeste temos temperaturas comparativas ao litoral devido a diminuição da altitude... (FARIAS, 2009, p. 5).

Na mesma linha de raciocínio, mas com um recorte espacial diferenciado (Bacia Hidrográfica do Paranapanema III – PR), Braido et. al. (2008), ao discutirem os resultados de sua pesquisa, salientam que:

... As porções mais altas se encontram na parte central, leste e sul da bacia com altitudes superando os 500 m, e em alguns casos, chegando próximo dos 740 m. Esses dados são importantes porque de acordo com Monteiro (1968) e Nimer (1979) os sistemas que atuam mais diretamente na formação dos tipos climáticos do norte e nordeste paranaense se interagem com fatores geográficos, definindo os climas no âmbito regional. Considerando isso [...] através do método subjetivo levando em consideração as altitudes, que pode propiciar a criação de um clima local ou regional... (BRAIDO et al., 2008, p. 5)

Os fatores geográficos proporcionam condições climáticas diferenciadas para a região estudada, como já citado na bibliografia. As relações altimétricas são enfocadas, presumindo-se que o fator mais preponderante no estudo realizado foi o relevo.

Nem sempre os estudos que fazem menção à relação do relevo com o clima são eminentemente geográficos. A geologia também realiza trabalhos dessa magnitude e desenvolve métodos de avaliação bem interessantes. Para citar um exemplo desta afirmação, convém observar a forma de descrever a área de estudo em um trabalho de mestrado desta área do conhecimento.

Silva (1999) estudou uma região em que o relevo proveniente de áreas mais altas possui uma característica de clima tropical úmido, enquanto as áreas mais aplainadas e com altitudes menos elevadas possuem características de clima tropical semiárido. Essas variações são verificadas dentro de uma mesma bacia hidrográfica, portanto, com

possibilidades de dois “climas locais” dentro de uma mesma “região”. Diferenciação que, no estudo realizado, é creditada às alternâncias no relevo.

Neste estudo, o clima tropical úmido é restrito a áreas com relevo proeminente (média de 800m), na região do rio Piranhas-Açu, favorecendo principalmente o intemperismo químico. A duração do intemperismo químico por sua vez, pode ser ampliada pelo armazenamento temporário dos sedimentos nas planícies aluviais, [...]. Ao contrário da maior parte da área, que apresenta um relevo suave (inclinação menor que 1º nos últimos 80km) e clima tropical semi-árido... (SILVA, 1999, p. 61).

As escalas, tanto espacial quanto temporal, de ocorrência de testemunhos da relação clima/relevo variam bastante, dependendo essencialmente da localização geográfica e das características ambientais inerentes. A atuação das águas da chuva (condição climática) nos processos erosivos (condição do relevo) possui uma escala bem localizada de ação, ou seja, seus efeitos podem ser encontrados em pequenas áreas e num espaço reduzido de tempo. De forma antagônica, mas dentro da mesma linha de raciocínio, a ação do vento (condição climática) na modificação da forma de rochas ígneas, sedimentares ou metamórficas (condição do relevo) é bem mais lenta e pode provocar um efeito em cadeia numa área mais extensa.

A modificação do relevo, através da ação das condições climáticas, vai depender da intensidade das forças do clima e da resistência do material a ser modificado, aliado também, ao tempo de atuação e à quantidade de energia disponível no sistema. Um mesmo processo ocorrendo em área tropical úmida e em regiões desérticas terá duração e resultados diferenciados, pois a proporção de calor e umidade vai influenciar no produto final. Outra questão é o material de origem (base geológica) que, normalmente, difere de local para local, mesmo em regiões próximas.

As condições climáticas, por sua vez, também são influenciadas pelo relevo e as escalas desse processo podem variar bastante. Uma pequena colina, situada entre uma residência e a origem dos raios solares, pode influenciar na ocorrência de um microclima, podendo ser agradável (em regiões quentes) ou desagradável (em regiões frias). Essa mesma colina, separando uma área industrial de uma residencial, pode funcionar como bloqueio da poluição, diminuindo a possibilidade de ocorrência de uma possível chuva ácida ou até mesmo de inversões térmicas, mas essa proteção pode não durar por muito tempo; portanto a escala temporal da manutenção das condições climáticas pode variar de acordo com a intensidade do vento, por exemplo.

Conforme Silva (1999), as condições do relevo é que definem um limite bem específico para a diferenciação climática, pois as áreas mais elevadas possuem condições climáticas com temperaturas mais amenas e um teor de umidade mais elevado, enquanto que as áreas mais planas e de menores altitudes apresentam temperaturas um pouco mais elevadas e um menor teor de umidade. Esta constatação, provavelmente, está relacionada com a movimentação

(direção e velocidade) dos ventos predominantes, pois vales encaixados, recebendo influências de ventos úmidos, tendem a ter temperaturas mais amenas e uma maior concentração de umidade. Ao passo que uma área mais plana e com altitudes menores, mas que receba ventos secos, normalmente, possui menor umidade e apresenta temperaturas mais elevadas. Outra hipótese provável seria uma gradual diminuição da temperatura em altitude e uma concentração de maior umidade, em virtude da barreira orográfica que um relevo com maior rugosidade tende a representar.

Numa escala regional ou global, os efeitos horizontais do clima não são tão facilmente influenciáveis, mas também ocorrem. Uma barreira orográfica grandiosa como a Serra Geral brasileira, pode impedir a entrada de massas de ar oriundas do Atlântico, carregadas de umidade, influenciando nas condições climáticas do interior do continente, normalmente com menor teor de umidade, uma vez que não recebem ar úmido oriundo do oceano ou, se recebem, muito pouco. Novamente, a escala temporal deve ser respeitada, pois, dificilmente, essas condições irão se alterar em décadas ou até mesmo séculos, mas no decorrer de milênios, as ações do vento e da umidade podem desgastar as formas do relevo e ultrapassar esta barreira, mudando as condições climáticas do interior. Por isso que, uma extensa planície, como a Amazônica, produz condições ideais para transporte de calor e umidade, que “vagam” livremente, propiciando uma homogeneidade do clima em vastas extensões.

Baptista (2006) afirma que na Europa é muito comum encontrar localidades com vales onde o verão é mais quente e os nevoeiros persistentes. Outros locais, de maiores altitudes, são mais frescos, experimentando os rigores invernais, muitas vezes com temperaturas negativas. Este elemento do clima apresenta valores médios anuais na ordem dos 12,5 °C e ainda é influenciado não só pelo relevo, como também pela assimetria das vertentes. É o caso da vertente ocidental do Montemuro (Portugal), em que o verão é fresco, sendo que temperatura média do mês mais quente é maior que 23 °C, apresentando, no máximo, vinte dias com temperaturas maiores que 25 °C. Por sua vez, o inverno é frio, tendo como média do mês mais frio de 1 a 2 °C e registrando entre trinta a quarenta dias de temperatura mínima inferiores a 0 °C.

No caso da serra de Montemuro, os movimentos de ascendência provocam precipitações orográficas nas vertentes situadas a NW, enquanto que, nas vertentes situadas a NE, as precipitações são bem menores. Esta ideia da influência do relevo nas precipitações já é muito antiga, como expressa Elisée Reclus em *Les pluies les plus abondants tombent d'ordinaire sur les pentes des montagnes*<sup>4</sup> (BAPTISTA, 2006).

Toda essa complexidade nas relações do clima com o relevo, notoriamente, está limitada à disponibilidade de energia e à estrutura geológica predominante, mas é irrefutável

---

<sup>4</sup> As chuvas caem mais abundante nas encostas das montanhas.

o fato de que os processos, combinados entre si, irão definir a evolução da paisagem, podendo constituir regiões com maior ou menor conforto ambiental. Conforto este que será mais facilmente alcançado se as relações forem bem estudadas, podendo ser identificadas proporções em que o relevo influencia o clima e vice-versa.

Suassuna (2006) aponta a influência orográfica preponderante na gênese do clima da região onde efetuou seu estudo e, para isso, lançou mão de duas citações de autores diferentes, corroborando com a diferenciação climática (vento, precipitação e umidade) unicamente creditada aos aspectos Geomorfológicos.

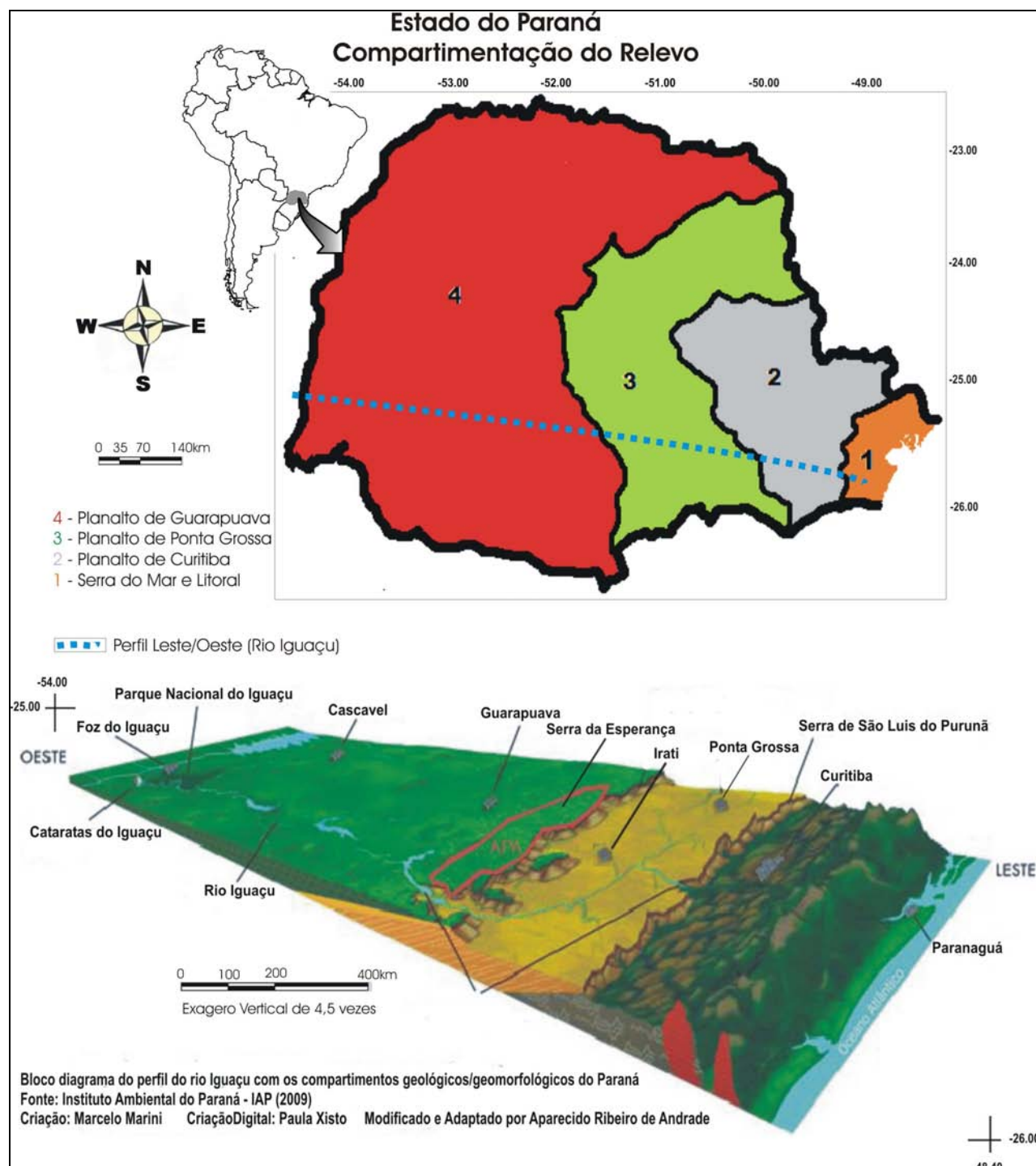
Os contornos geomorfológicos (relevo) funcionam como condicionantes da precipitação, temperatura e umidade do ar. As vertentes a barlavento, normalmente, são mais úmidas do que aquelas situadas a sotavento. A precipitação é mais homogênea em áreas geomorfológicamente estáveis, normalmente em amplas regiões planas. A temperatura é mais elevada em regiões baixas e decresce em altitude onde predominam formações geomorfológicas distintas, controladas pela estrutura rochosa e pelos abalos sísmicos em áreas instáveis.

A diferença de quantidade da radiação recebida durante o dia pelas encostas define o balanço de radiação do local, intermediado pela frequência e velocidade dos ventos, que irá depender da exposição da encosta à origem preferencial dos ventos mais frios, mais quentes, mais fracos ou mais fortes.

Geiger (1961), ao estudar o “Honenkarpfen” (monte localizado na zona montanhosa de Wurtemberg – sudoeste da Alemanha), demonstra claramente a influência da encosta nas condições climáticas locais, através da ação de brisas ascendentes que trazem para a parte inferior da encosta o ar mais fresco de zonas afastadas e, durante a noite, a temperatura aumenta com a altitude e a estratificação altimétrica. Esta constatação demonstra a diminuição da temperatura em altitudes mais baixas, apesar de que a área mais quente junto ao solo se localiza no fundo do vale, onde o ar quente se vê abrigado por arbustos. As chuvas também são influenciadas pela exposição da vertente, pois a encosta ocidental é muito chuvosa e a oriental tem pouca precipitação, definida pela ocorrência de chuvas convectivas provocadas pela ação dos ventos de Oeste.

A diferenciação altimétrica, como principal condicionante das influências do relevo no clima local e regional, pode ser evidenciada através de inúmeros exemplos de estudos de caso, mas, apesar da bibliografia ser ampla, os referenciais utilizados já confirmam tal relação, não necessitando mais discussões conceituais sobre o tema. Entretanto, a partir dessas constatações, julgou-se importante elaborar a **Figura 14**, demonstrando a compartimentação geral do relevo do Estado do Paraná, mas enfocando o perfil leste/oeste da bacia do rio Iguaçu, onde está localizada a região de estudo (Guarapuava e Irati).

O relevo paranaense é composto de cinco grandes feições geomorfológicas, a saber: Litoral, Serra do Mar, Primeiro Planalto ou Planalto de Curitiba, Segundo Planalto ou Planalto de Ponta Grossa e Terceiro Planalto ou Planalto de Guarapuva. Essa estrutura está orientada no sentido sudeste/noroeste, indo do Oceano Atlântico até a calha do rio Paraná, tendo uma distância aproximada de 600 quilômetros de um extremo a outro.



**Figura 14 :** Planaltos paranaenses e perfil esquemático da bacia do rio Iguaçu



Os planaltos que dividem os dois municípios estudados (Guarapuava e Irati) são o Segundo e o Terceiro Planalto. O segundo planalto paranaense, denominado Planalto de Ponta Grossa, compreende a região ocupada pelos Campos Gerais. Seus limites naturais são: a leste pela Escarpa Devoniana (São Luis do Purunã); a oeste pela escarpa da Esperança (Serra Geral). As maiores altitudes do segundo planalto (1.100 a 1.200 metros) estão na Escarpa Devoniana, declinado para sudoeste, oeste e noroeste. Os pontos mais baixos (350 a 560 metros) estão situados na parte norte, no encontro do segundo com o terceiro planalto. O Terceiro Planalto, também denominado Planalto de Guarapuava, geologicamente, corresponde ao vasto derrame de rochas eruptivas (basaltos, diabásios e meláfiros) e aos depósitos de arenitos (Botucatu e Caiuá), onde aconteceu o maior derrame de lavas vulcânicas do mundo, conhecido como derrame de *Trapp*, que mais tarde originou a famosa terra roxa, presente no norte e oeste do estado. A área mais próxima do município de Guarapuava é constituída de uma zona de mesetas, com altitudes de 1250 metros na escarpa da Esperança, declinando em direção oeste para 550 metros quando próximos às serras de Boi Preto e São Francisco (MAACK, 1981).

O município de Guarapuava, por se localizar na parte do reverso da *Cuesta* da Esperança, possui altitudes bem mais elevadas que Irati, tendo uma configuração do relevo mais aplainada, enquanto o de Irati está localizado no *front* da *Cuesta*, com altitudes bem menos expressivas e próximo a regiões mais onduladas. Guarapuava recebe maiores influências dos ventos oriundos de sudoeste, enquanto Irati está mais subordinado aos ventos de sudeste, dinâmica totalmente definida pela barreira orográfica representada pela Serra da Esperança.

#### **2.4** Uso/ocupação do solo e climatologia

O uso e ocupação do solo em uma região, a forma de distribuição e acesso à terra, bem como, as potencialidades do meio físico, mudam com o passar do tempo, decorrentes, principalmente, da atuação cada vez mais intensiva da sociedade humana. Entretanto, deve-se observar que tais processos e a forma de apropriação e transformação do uso do solo, que se intensificam no tempo e no espaço, não acontecem simplesmente pela necessidade de ocupação, mas, sobretudo, dentro de uma lógica determinada pelas relações de produção.

As transformações ocorridas na paisagem de um determinado local, muitas vezes, estão associadas a fatores naturais. Isto ocorre com maior frequência em regiões onde predominam abalos sísmicos, por exemplo, com movimentos da crosta causados pelos frequentes terremotos, induzindo à rápida substituição de espécies vegetais e limitando a permanência de algumas espécies animais, inclusive da raça humana.

Independente de qual seja a intervenção mais significativa (natural ou social), a paisagem vive em constante modificação. Na maioria das vezes, é considerada como evolução, pois não há como se afirmar que uma paisagem deva ser estática; a dinâmica

associada aos processos de sua formação é frequente, por isso a evolução das partes que a compõem é permanente. Esta modificação/evolução é representada pelas maneiras de uso e ocupação do solo, por ser visualmente reconhecida, dando subsídios a uma avaliação empírica deste processo.

O conjunto de realidades distintas em um determinado lugar, analisado através de sua combinação e dependência mútua, define as características paisagísticas, sob a ótica harmoniosa das inter-relações necessárias ao conjunto de uma determinada região natural ou social. Nesta linha de raciocínio, as paisagens urbanas, caracterizadas pelas relações sociais ocorridas dentro da cidade, figuram como um exemplo de uso do solo predominantemente social. De forma diferenciada, mas com o mesmo critério de análise, uma área de mata virgem, com espécies endêmicas (tanto vegetais quanto animais), classifica-se como ocupação do solo natural.

Os trabalhos acadêmicos raramente fazem distinção entre uso e ocupação do solo, oferece, apenas, uma classificação genérica tanto para uso quanto para ocupação. Dessa forma, as classes mais comuns são: área urbana (área urbana em expansão, loteamentos, indústria, comércio, etc.), uso agrícola (cultura perene e cultura temporária), vegetação (arbórea, arbustiva, rasteira e campos) e corpos d'água (lagos e rios). Contudo, caso seja necessária uma distinção, seguindo os exemplos citados, seria conveniente dizer que a área urbana e o uso agrícola são classes de uso do solo e estão associadas à interferência humana; em contrapartida, a vegetação e os corpos d'água, mesmo que modificados pela sociedade, são formas de ocupação do solo, definidos pelas condições naturais.

O papel das florestas e dos solos para o equilíbrio ambiental do planeta e, conseqüentemente, do clima, revela a importância do uso e ocupação do solo nas condições climáticas. A influência de grandes áreas florestadas, ou não, é marcante nas condições climáticas, principalmente numa escala local, mas pode influenciar até mesmo no clima global, como ocorre com o desmatamento da Amazônia, frequentemente motivo de notícias veiculadas pela mídia mundial.

Coltri (2006), ao analisar a influência do uso e ocupação do solo nas condições climáticas locais, regionais e globais, aponta cenários associados à interferência humana que demonstram a importância da cobertura do solo para a climatologia. Tais influências se agravaram após a revolução industrial, mas não podem ser creditadas exclusivamente a esse acontecimento histórico, pois muitos fatores de intervenção estão associados às diferentes causas, como a urbanização (clima urbano) e o aumento das áreas cultivadas. A diminuição de áreas verdes, tanto em áreas urbanas quanto rurais, é um dos principais aspectos ligados a alterações climáticas nas mais diversas escalas. A mudança no balanço de energia é considerada a forma de impacto climático mais relevante em estudos realizados atualmente.

Mudanças na cobertura do solo interferem na diversidade biótica, na qualidade do solo, nos processos de sedimentação, na quantidade e intensidade das chuvas, além de provocarem aumento na quantidade de gases que absorvem a radiação emitida pelo planeta. Todas essas variações, humanas ou não, provocam alterações no ciclo de desenvolvimento de vários organismos, principalmente nas atividades agrícolas, dependentes de elementos e fatores climáticos para seu desenvolvimento.

Ao se identificar uma tendência de aumento de temperatura local ou regional, a primeira hipótese a ser investigada é a provável modificação do uso e ocupação do solo, pois:

Essa tendência de aumento de temperatura média e máxima pode ser explicada, em parte, pela urbanização. PEREZ et al. (2001) afirmam que, em geral, a urbanização pode ser expressa em termos de concentração de população e, principalmente em troca do uso e cobertura do solo natural por materiais da construção civil. Essa relação de troca dos componentes naturais pelos materiais artificiais altera de forma significativa as propriedades aerodinâmicas, radiativas, térmicas e hídricas da superfície (YAMASHITA et al., 1986) e uma das respostas à esse impacto é o aumento da temperatura local. Além disso, há o fenômeno das ilhas de calor onde a temperatura da cidade é mais elevada que a temperatura das áreas rurais, o que contribuiria, também para esse acréscimo das temperaturas médias urbanas (COLTRI, 2006, p. 47).

Coltri (2006) aponta também a importância do uso de imagens de satélite na comparação dos diversos tipos de uso e ocupação do solo, salientando a possibilidade de investigação do histórico na modificação da paisagem associado às possíveis alterações climáticas. Existem também imagens termais que propiciam a evolução tanto temporal, quanto espacial da temperatura, ou seja, as imagens podem ser utilizadas em conjunto, tanto na avaliação dos tipos de uso do solo, como na avaliação das diferenciações climáticas, buscando uma possível relação entre um e outro.

As propostas metodológicas de Monteiro (1976) e Mendonça (1995 e 2004), para o estudo do clima das cidades, estão totalmente vinculadas ao uso e ocupação do solo, evidenciando a importância desta variável nas condições do clima local, principalmente, mas alertando para uma possível ampliação da escala de abrangência, dependendo do nível de interferência no sistema. Tanto a proposta do SCU quanto do SAU enfatizam a necessidade de um mapeamento do uso e ocupação do solo, visando ao diagnóstico climático (SCU) e socioambiental (SAU).

Essa investigação poderia explicar possíveis alterações na dinâmica climática local, regional e até global, pois as mudanças nas características ambientais influenciam a realidade social, mas também são influenciadas por esta. Existe, portanto, um jogo de relações que não devem ser desprezadas, ao contrário, devem ser enfatizadas, principalmente na avaliação da proporção de radiação absorvida ou refletida, fenômeno preponderante na variação do albedo, por exemplo, pois é notória a influência dos tipos de cobertura do solo neste fator.

Uma vez que foi abordada a diferenciação do albedo na superfície terrestre, convém esclarecer que esse processo trata da relação entre a quantidade de luz refletida pelo planeta e a recebida do Sol, que varia fortemente com o tipo de materiais existentes na superfície, por exemplo, em regiões cobertas por neve, o albedo ultrapassa os 80%, enquanto num solo escuro, não vai além dos 10%. Na sua globalidade, o albedo médio da Terra é de cerca de 40%. Portanto, o albedo de uma superfície, por definição, é a razão entre a radiação solar refletida e a radiação solar incidente, tendo uma maior simetria em áreas homogêneas e aumentando seu valor quanto mais próximo do nascer ou do pôr do sol, devido à maior refletividade da superfície nessas horas. Por outro lado, em determinados dias, a simetria entre a variação do ângulo zenital e a do albedo pode não existir, como em dias de vento (SONG, 1998).

## **2.5 Estrutura e morfologia das cidades na perspectiva de estudos climáticos**

A presente investigação (hipótese) está centrada na articulação de escalas do clima, considerando que as especificidades das investigações climáticas e geográficas na escala topoclimática e regional já foram evidenciadas, porém, ressaltando que a interconexão entre estas escalas só é possível através das características peculiares de um clima de transição entre os fatos e fenômenos percebidos ao nível do solo e dos oriundos da dinâmica atmosférica regional. Essa articulação faz-se extremamente necessária neste estudo, pois foram enfocados a dinâmica urbana e os aspectos climáticos regionais, sendo a primeira o objeto de estudo propriamente dito. Os aspectos regionais, mesmo tendo sido amparados também em dados primários (transecto Irati a Guarapuava), ampararam-se, mais precisamente, na compreensão da dinâmica da circulação secundária (massas de ar).

Essa abordagem climática é bem visível em ambientes com relações sociais e naturais inerentes à complexidade do local, que pode ser definidas através de alguns critérios naturais e espaciais, como bacia hidrográfica, área industrial, área rural e área urbana, por exemplo. Na área ou ambiente urbano, é possível identificar uma abrangência mais totalitária das relações referentes ao binômio sociedade-natureza, pois, dependendo do tamanho da cidade, a mesma pode apresentar uma ou mais bacia(s) hidrográfica(s), assim como área(s) industrial(ais), necessitando de uma avaliação mais integrada dos fatos geográficos.

O interesse no conhecimento do clima urbano cresce cada vez mais entre os pesquisadores da área de conforto ambiental, o que pode ser constatado a partir de consultas a anais de encontros da área. No Brasil, foi criada, a partir de 1997, uma sessão técnica específica para o tema nos Encontros Nacionais sobre Conforto no Ambiente Construído (DUMKE, 2007).

Para se compreender as condições climáticas típicas de ambientes urbanos e de suas relações internas e externas, torna-se essencial o estudo de conceitos e categorias relacionados a esse ambiente. Por isso, a busca pela compreensão dos processos sociais e

naturais que permeiam a evolução das cidades, principalmente as do mundo ocidental capitalista, é extremamente importante neste estudo. A delimitação destes processos se iniciam pelos diferentes usos da terra, que normalmente estão justapostos entre si, porque

Este complexo conjunto de usos da terra é, em realidade, a *organização espacial* da cidade ou, simplesmente, o espaço urbano, que aparece assim como espaço fragmentado. Mas o espaço urbano é simultaneamente fragmentado e articulado: cada uma de suas partes mantém relações espaciais com as demais, ainda que de intensidade muito variável. (CORREA, 1995, p. 7).

Dessa forma, Correa (1995) identifica como agentes sociais envolvidos na produção do espaço urbano: os proprietários fundiários e dos meios de produção, os promotores imobiliários, o Estado e os grupos sociais excluídos. Merece destaque o fato de os dois primeiros agentes possuírem interesses conflitantes, pois os proprietários dos meios de produção necessitam de terrenos amplos e baratos e não estão interessados na especulação fundiária. Já os proprietários fundiários veem na retenção de terras uma possibilidade de ampliar seus lucros, pois a escassez de oferta gera um aumento de preço.

Correa (1995) afirma, ainda, que alguns dos agentes de produção do espaço urbano necessitam de “terrenos amplos e baratos”. Surge assim, a seguinte questão: onde e como encontrá-los? O estudo da cidade permeia essa busca pelo espaço ideal, onde as necessidades sociais sejam melhor atendidas, mas as condições naturais nem sempre são favoráveis e necessitam de uma análise integrada de todos os elementos que compõem o “fato urbano”, não só como relações sociais, culturais e econômicas nas cidades, mas num entendimento mais amplo, que contemple a complexidade dessas relações com o substrato físico que delinea o ambiente urbano e é entendido como fator natural.

A cidade é histórica e socialmente construída, pois suas relações estão mais próximas dos fatos inerentes às características dos grupos que a ocupam e de suas heranças culturais. Lefebvre (2008), sintetiza as relações urbanas como estando entre a ordem próxima (relações entre os grupos que a compõem) e a ordem distante (relações hierárquicas da sociedade – Igreja e Estado). Desta maneira, a cidade seria produto destas relações e estaria vinculada à necessidade de um espaço urbano, que contemplasse a vontade de todos os grupos envolvidos na busca do conforto para a sociedade humana, principalmente. Lefebvre (2008) vai mais além e continua sua reflexão sobre a cidade e sua obra, afirmando que

Se considerarmos a cidade como *obra* de certos “agentes” históricos e sociais, isto leva a distinguir a ação e o resultado, o grupo (ou os grupos) e seu “produto”. Sem com isso separá-los. Não há obra sem uma sucessão regulamentada de atos e de ações, de decisões e de condutas, sem mensagens e sem códigos. Tampouco há obras sem coisas, sem uma matéria a ser modelada, sem uma realidade prático-sensível, sem um lugar, uma “natureza”, um campo e um meio (LEFEBVRE, 2008, p. 54).

É possível concluir que a cidade não se constrói por si só, existem “agentes”, “produtos” e “natureza” totalmente interligados, que favorecem a modelação de um espaço propício para atender às demandas criadas pela união de interesses. A cidade surge como uma resposta à necessidade da integração dos elementos sociais e naturais, exigindo um planejamento adequado, que busque a perfeita harmonia entre a vontade da sociedade em viver bem e o respeito aos limites naturais estabelecidos pela dinâmica da natureza (relevo, clima e hidrografia). Estes “elementos” naturais da paisagem, normalmente, são atributos a serem respeitados, pois a modificação da dinâmica natural de cada um deles pode provocar resultados contrários à busca do bem-estar geral em ambientes urbanos.

A busca pela ideia de autores com pensamentos distintos possibilita a argumentação de que o estudo das cidades, de sua urbanização e, conseqüentemente, de todos os processos que envolvem esta temática, torna-se difícil de ser elaborado em um trabalho que não seja estritamente voltado à discussão de conceitos e categorias da Geografia Urbana. Como o presente estudo somente necessita apresentar algumas particularidades das cidades e suas relações, pois as utiliza com objetivo de estudo, salienta-se, apenas, a existência de duas concepções diferentes. Assim, as concepções sociais e as econômicas são consideradas como contrapontos na análise das realidades urbanas. Correa (1995) defende a concepção econômica, enquanto Lefebvre (2008) opta pela análise social.

O planejamento das cidades brasileiras, mesmo nas mais organizadas, geralmente desconsidera as necessárias relações do social com o natural, pois a demanda por residências, normalmente, extrapola a oferta de espaço físico adequado, com contornos morfológicos satisfatórios à necessária qualidade de vida urbana. A necessidade da expansão do espaço urbano, aliada à falta de acesso econômico à terra, influencia na fixação de moradores em áreas de risco, totalmente desaconselhadas para habitação.

A discussão sobre a estrutura e a morfologia das cidades poderia buscar subsídios nos conceitos da Geografia Urbana, mas optou-se por fazer a descrição mais vinculada à temática deste estudo (Climatologia), sem entrar no mérito das abordagens conceituais da urbanização, propriamente dita. Dessa maneira, Correa (1986) faz uma interessante síntese sobre estrutura, processo, função e forma, na perspectiva metodológica proposta por Milton Santos\*.

Segundo Correa (1986), para se entender a relação existente entre essas categorias analíticas, torna-se necessário interpretar a dialética que gera a totalização do espaço geográfico. O aspecto visível (forma), o modo como os objetos estão organizados (estrutura), a ação que se realiza continuamente (processo) e a atividade ou papel desempenhado pelo

---

\*A obra utilizada como referencial é *Espaço e Método*, São Paulo, Nobel, 1985.

objeto criado (função), estão totalmente interligadas. A avaliação individual ou mesmo em duplas dessas quatro categorias, diminui a perspectiva dinâmica do espaço a ser estudado.

Contudo, a partir da estrutura social e econômica, pode-se entender a construção e evolução da organização espacial, mesmo que a totalidade deste espaço só seja perceptível pela realidade de uma sociedade num dado momento histórico. A concepção de que a sociedade humana se organiza e, para tanto, reordena o lugar onde se estabelece, provoca mudanças contínuas na dinâmica socioambiental.

Como mencionado, o crescimento urbano e a consequente concentração de população no meio urbano vêm acompanhados pela deterioração dos serviços essenciais, notadamente nas cidades de países em desenvolvimento. Os administradores das cidades têm tido crescentes dificuldades em enfrentar os agravos ambientais; embora não sejam poucas as iniciativas para promover um gerenciamento integrado das atividades urbanas que amenize tais problemas e preserve o equilíbrio ambiental, o alcance dessas ações ainda é bastante limitado.

No caso brasileiro, a dinâmica de urbanização, associada a uma relativa inércia dos gestores públicos, tem na explicitação das carências sociais e dos serviços públicos, uma das dificuldades concretas de gestão administrativa. Isso tem provocado, entre outros problemas, um crescente grau de deterioração ambiental, que se manifesta na piora da qualidade dos recursos hídricos e nas dificuldades em garantir acesso aos serviços urbanos básicos associados ao saneamento ambiental. Essa situação, que revela o crescimento do passivo ambiental, exige cada vez mais intervenções em áreas que transcendem as lógicas convencionais de gestão urbana (encostas íngremes e áreas alagadiças, por exemplo) (JACOBI, 1999).

Na escala municipal, já existem vários mecanismos legais e institucionais para a administração local enfrentar o processo de degradação de suas cidades e o exemplo da aplicação da Agenda 21\* é bem peculiar. Entretanto, no Brasil, onde se acumulam demandas sociais, deve se destacar o significado político de as questões ambientais estarem sempre em pauta no rol de discussões dos governos locais em várias cidades, mas com resultados ainda precários, pois, apesar de existirem preocupações com o tema, a prioridade não é esta.

Os diversos setores da administração pública voltados para as questões do meio ambiente têm sua função bem delimitada e estão vinculados às atividades descritas na

---

\* A Agenda 21 é um dos principais resultados da Conferência Eco-92 ou Rio-92, ocorrida no Rio de Janeiro em 1992. É um documento que estabeleceu a importância de cada país em se comprometer a refletir, global e localmente, sobre a forma pela qual os governos, empresas e ONGs, além de todos os setores da sociedade, poderiam cooperar no estudo de soluções para os problemas sócioambientais existentes. No âmbito do Estado do Paraná, foi criado o Fórum Permanente da Agenda 21 Paraná, através do Decreto Governamental nº 2547, de 04 de fevereiro de 2004, composto por representantes do Governo e da Sociedade Civil, segundo considerações e disposições das Conferências das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento – Rio 92, da Agenda 21 Brasileira e Rio +10 Joannesburg – África do Sul 2002, tendo como finalidade a construção e a implantação da Agenda 21 Paraná.

legislação ambiental. Já as secretarias ou setor de planejamento urbano nem sempre têm suas funções bem definidas, começando pelo ecletismo vinculado a esse setor. O planejamento urbano, é uma estratégia que deve ser pensada na perspectiva sistêmica e, para tanto devem ser considerados o fim social da cidade e os respectivos problemas ambientais. Planejamento Urbano, então, define-se como uma estratégia de pensar o presente e o futuro das cidades, considerando a experiência adquirida nos mais diversos ramos: economia, arquitetura, política, sociologia, hidrologia, geologia, entre outros. As propostas emitidas a partir deste planejamento devem ser amplamente discutidas pela(s) comunidade(s) interessada(s), tentando destituir a imagem cartesiana das tomadas de decisão, em que os detentores de cargos e funções normalmente definem o que é melhor ou pior (BARCELLOS e BARCELLOS, 2004).

A literatura debate a problemática ambiental urbana (MENDONÇA, 2004 e 2004a), destacando a importância da atuação de vários atores sociais no processo de formulação e implementação de políticas que buscam encontrar soluções para as causas e efeitos dos problemas oriundos de uma ocupação mal planejada e muitas vezes irregular, tanto do ponto de vista legal como ambiental.

As áreas urbanas no Brasil e na América Latina têm se caracterizado pelo aumento de injustiças sociais, centradas no conflito do progresso com a exclusão. Alguns pesquisadores que estudam as cidades mostram isto em toda a sua complexidade e diversidade (PNUD, 1997; JACOBI, 1999; MENDONÇA, 1995 e 2004; SANTOS, 2005; FREITAS & LOMBARDO, 2007), em trabalhos que estudaram algumas localidades do Brasil (Londrina, Curitiba, São Paulo) de forma mais específica, mas também que tratam das condições urbanas brasileiras num contexto mais geral (SANTOS, 2005). Merece destaque o levantamento feito pelo PNUD (1997), que realiza uma síntese (qualitativa e quantitativa) das questões socioambientais urbanas de toda a América Latina e Caribe.

Há uma parcela da população que desfruta de um nível alto de consumo e uma parte que também tem condições de satisfazer suas necessidades básicas, relacionando isso com o papel das cidades quanto ao padrão de vida que possuem. Na outra face do espaço urbano, estão os excluídos, aqueles que não satisfazem suas necessidades materiais básicas. Ainda que de forma diferenciada, cidades do mundo inteiro defrontam-se com este quadro de inclusão-exclusão, em relação a melhores condições de moradias e serviços disponíveis.

Santos (2005) propõe a teoria da “urbanização corporativa” como base para a compreensão da dinâmica das cidades dos países não desenvolvidos, empreendida segundo a ótica de grandes corporações, na maioria das vezes, com interesses internacionais desvinculados de toda a realidade regional e local. Essas corporações, assegura, definem as formas e locais mais apropriados para uma urbanização rápida e que freqüentemente irá causar impactos sociais profundos. Num primeiro momento, busca-se a legitimação através



do aumento da oferta de emprego e melhorias na estrutura urbanística, que culminarão com a deterioração do meio ambiente e com uma demanda por serviços inferior à oferta, tanto em qualidade quanto em quantidade.

A cidade “dos que têm” e a cidade “dos que não têm”: esta é a realidade urbana brasileira. De um lado, criam-se espaços públicos, a vida urbana é socializada, crescem as zonas privatizadas, aumentando a oferta de serviços públicos e de equipamentos coletivos, de outro, cresce o número de pessoas que vivem ilhadas em áreas degradadas e periféricas, sem meios para se informar e ter acesso a esses equipamentos. Na periferia da globalização, as cidades menos desenvolvidas concentram não apenas população, mas também miséria. Crescendo num ritmo cada vez mais veloz, estas cidades dificilmente conseguirão disponibilizar a tantas pessoas, habitação, transportes e saneamento básico adequados (SANTOS, 2005).

Davis (2006) investiga as origens do crescimento vertiginoso da população em moradias precárias, a partir dos anos 1980, na América Latina, na África, na Ásia e no antigo bloco soviético, enfatizando a história da expansão das metrópoles do Terceiro Mundo e analisando os paralelos entre as políticas econômicas e urbanas defendidas pelo Fundo Monetário Internacional e pelo Banco Mundial, com consequências desastrosas nas “gecekondus” de Istambul (Turquia), nas “desakotas” de Accra (Gana) ou nos “Barrios” de Caracas (Venezuela), só para alguns lugares que colaboram para que haja, aproximadamente, 200 mil favelas no planeta.

Cada aspecto dessa “nova cidade” é analisado: informalidade, desemprego, criminalidade, o gangsterismo dos senhorios que lucram com a miséria, a incapacidade do Estado de oferecer infraestrutura e casas populares, etc.

Essa realidade parece ser assombrosa, mas está cada vez mais presente no cotidiano das pessoas, estejam elas no Brasil ou no EUA. As contradições do poder público e os desmandos do poder econômico são uniformes no mundo todo, criando estruturas que são periféricas ao centro do poder e que estão à margem do mercado consumidor.

Enquanto essas condições eram exclusividade dos grandes aglomerados urbanos, as questões inerentes ao processo não eram tão amplamente discutidas; o problema é que essa realidade se expandiu e cidades menores passaram a apresentar conflitos de grandes centros urbanos. Não é difícil de se encontrar focos de favelas em cidades de pequeno porte do interior do país, que apresentam as mesmas fragilidades das cidades grandes, proporcionais a sua densidade populacional e à taxa de concentração de renda.

À aceleração da desigualdade somou-se a dificuldade administrativa do Estado, que tirou dos governos muito do seu poder de investimento em infraestrutura e serviços sociais. Como resultado, para uma parcela crescente da população, a vida urbana também passou a

ser sinônimo de má qualidade de vida, associada ao desemprego, violência, favelas e poluição. A urbanização é mais acelerada nos países pobres: em média 5% ao ano, contra 0,7% nos países altamente industrializados. Como consequência, de 1995 a 2015, a população urbana nos países menos industrializados deve crescer 52%, enquanto nos industrializados esse índice será de 7% (FERREIRA, 2000).

No Brasil, destaca-se o fato de este país ter sofrido um dos mais rápidos processos de urbanização do mundo: de 46% em 1940, as cidades passaram a abrigar 80% da população brasileira, em 1996, devendo chegar a 88%, em 2025, apresentando, atualmente, uma taxa de 83%. A industrialização tornou os centros urbanos responsáveis por 90% de tudo o que é produzido no país (IBGE, 2007). Esse processo levou a uma concentração de pessoas em grandes metrópoles. A tendência de multiplicação das aglomerações implica mudanças também na gestão urbana.

Para as metrópoles, a denominação “riscos ambientais urbanos” pode englobar uma grande variedade de acidentes, em diversificada dimensão e socialmente produzidos. Mendonça (2004a) faz considerações sobre os riscos ambientais em centros urbanos a partir do exemplo da Região Metropolitana de Curitiba, constatando que os municípios limítrofes a ela, receberam grandes contingentes populacionais, o que gerou conflitos entre o uso e a ocupação do solo e a qualidade da água, explicados pela expansão desordenada da urbanização, que, muitas vezes, ocupa áreas impróprias para edificação de casas e condomínios, que são legalizados pelo poder público, independente de atenderem aos preceitos da legislação vigente.

A abordagem da problemática socioambiental urbana a partir da perspectiva dos impactos, riscos, Sistema Ambiental Urbano e vulnerabilidade socioambiental coloca-se como uma instigante construção teórico-metodológica aos estudiosos e gestores da cidade do presente. Estas propostas constituem ainda, no seu geral, estágios relativamente embrionários do tratamento dos problemas socioambientais urbanos numa nova perspectiva, restando aos pesquisadores urbanos seu desenvolvimento e aprofundamento (MENDONÇA, 2004, p. 148).

Dessa forma, a temática está colocada como um desafio aos pesquisadores que adotam a cidade como objeto e objetivo de estudo, mas os desafios são enormes e a construção de aparato instrumental que permita uma análise contextualizada da problemática socioambiental urbana torna-se urgente e necessária. O objetivo desses estudos é apontar o nível de degradação em que se encontram os ambientes ocupados, sem o devido planejamento e sem o respeito às normas ambientais existentes, que afetam a qualidade de vida do cidadão e causam um desequilíbrio ecológico difícil de ser controlado ou recuperado no futuro próximo.

Os exemplos dos estudos e das reflexões apresentadas denotam como evoluiu e evolui a estrutura urbana, principalmente no caso da realidade brasileira. É possível perceber que a

lógica na construção de espaços urbanos preponderante, normalmente, desvincula-se das preocupações sociais e privilegia as questões políticas e econômicas. Dessa forma, a estruturação de centros urbanos é realizada a partir de necessidades desvinculadas da vontade de um ou mais agentes, responsáveis pela organização estrutural das cidades, mas de determinados grupos e seus respectivos interesses.

O planejamento urbano é algo que deve ser enfatizado, caso se queira minimizar os problemas próprios do aumento gradativo da população urbana. Ele deve privilegiar um processo de uso e ocupação do solo centrado nas necessidades sociais dos seus moradores. O que se vê é um planejamento urbano que prima por fazer a cidade crescer, seja através da renovação urbana ou da incorporação de novas áreas, que segrega a população de acordo com a estratificação social e os valores de uso e de troca do solo que ocupam.

... os processos cada vez mais automáticos de produção e expansão urbana removeram as metas humanas a que deveriam servir. (...). Essas atividades, à medida que aumentam em volume e ritmo, afastam-se cada vez mais de quaisquer objetivos humanamente desejáveis (MUMFORD, 1998, p.615).

Se a **estrutura urbana** não consegue atender às necessidades da população residente nas cidades, é porque dois elementos essenciais a sua configuração foram esquecidos: morfologia e função urbana. Mumford (1998) resgata essa questão ao afirmar que os processos de produção e expansão urbana não se preocupam com o devido valor da função urbana, que deveria ser o de dar melhores condições de vida à população que vive nas cidades, ou seja, os objetivos humanos, no aspecto social, cultural, econômico e político, foram relegados a interesses de algumas “classes” de privilegiados dentro da estrutura urbana.

Da mesma maneira, os planejadores pensam a cidade enquanto possibilidades infinitas, mas, normalmente, esquecem que a “forma” física da cidade pode comprometer os anseios de seus moradores. Essa forma física normalmente é estudada enquanto resultados da obra urbanística, ou seja, os contornos dos prédios, casas, estradas e túneis, planejados e construídos pela capacidade de criar do ser humano. Entretanto, existe também a questão dos contornos do relevo, tão importantes para se poder construir uma simples casa, com um mínimo de conforto, quanto mais uma metrópole inteira. A falta de atenção com o modelado do terreno pode prejudicar o ordenamento urbano, fato explicado pela necessidade imediata de abrigar o contingente de população que se dirige para as cidades.

Se, num primeiro momento, a definição da estrutura urbana desconsidera totalmente a paisagem natural, priorizando a morfologia das “construções urbanas”, as críticas a essa metodologia fazem com que o processo de urbanização reveja o conceito de morfologia e integre a ele as condições do relevo, por exemplo, como processo atuante na definição da forma que a cidade toma, no decorrer do processo de urbanização. Sendo assim, não há de se

separar as duas formas da cidade (construções e relevo), pois elas se combinam e propiciam a necessária integração para dar origem à **morfologia urbana**, propriamente dita.

As transformações ambientais provocadas pelo processo de urbanização são inúmeras, mas como este estudo pretende destacar as condições climáticas, com ênfase na variabilidade da temperatura e da umidade relativa do ar, é conveniente enfatizar a morfologia das áreas urbanizadas. Essa morfologia serviu de parâmetro para a escolha dos pontos de coleta de dados, ou seja, a “forma” da cidade (social e natural) foi norteadora da metodologia amostral (dados primários).

Normalmente, as cidades surgem de forma aleatória e o entendimento mais comum é de que um planejamento eficaz cria condições sociais mais condizentes com a necessidade da população. Entretanto, a permeabilidade do solo urbano, representada pela relação entre as áreas construídas (pavimentadas) com áreas livres de construção, provoca a redução da umidade do ar e da evaporação, em virtude da baixa absorção das águas pluviais pelo solo e da pouca vegetação existente. Mesmo que o planejamento efetuado considere tais fatores, e normalmente considera, a deficiência na sua implementação causa transtornos difíceis de serem atenuados. Da mesma forma, a radiação térmica acumulada, aumenta o aquecimento dos espaços, gerando a concentração de massas úmidas (provenientes do entorno urbano) e carreando precipitações extremas sobre estas áreas mais impermeabilizadas, com os consequentes prejuízos sociais (LOMBARDO, 1995).

As características morfológicas antecedentes ao surgimento da cidade (características do solo/paisagem) já predispõem um determinado ritmo térmico. Pequenas diferenças altimétricas e de ondulações no terreno podem criar topoclimas. Ocupações de fundo de vale, encosta ou planície, são condicionantes climáticas que acarretam diferentes alterações no clima local. Sobre as encostas inclinadas que conformam o vale, normalmente, existem pequenas circulações de ar que, mescladas com o ar quente vizinho, causam condições de temperatura intermediária. Como consequência, as temperaturas do fundo do vale serão mais baixas, enquanto que os lados das encostas, na parte superior, permanecerão mais quentes (OLGYAY, 1968).

Essas condições já estão definidas pela morfologia do terreno, mas a edificação de estruturas urbanas, que darão origem às grandes cidades, por exemplo, irão atenuá-las ou amplificá-las. Por isso, antes de definir que a morfologia urbana é o aspecto final dos prédios e construções, é interessante considerar que a morfologia natural desempenha um papel importante e, dependendo da realidade local, esta condição deve ser valorizada, correndo o risco de se ter uma cidade mal planejada e com problemas difíceis de serem resolvidos no futuro.

A ilha de calor urbana, dentre outros fatores, tem uma forte relação com a morfologia urbana, essa entendida como a combinação das formas construídas com o relevo e a

paisagem natural (geomorfologia), ou com a forma resultante da ocupação urbana (VILLAS BOAS, 1983).

A morfologia das cidades passa a ter um aspecto de interações das realidades distintas (social e natural), onde as características individuais de cada uma devem ser respeitadas, senão a funcionalidade da estrutura urbana estará comprometida. Se os aspectos sociais são mais importantes para a sobrevivência da espécie humana (moradores), sua qualidade deve ser a melhor possível, e isso se torna impossível de se concretizar caso a morfologia urbana esteja vinculada simplesmente aos contornos arquitetônicos da cidade.

A discussão levantada sobre as cidades, suas estruturas e morfologias, ficou à margem de dois conceitos essenciais; o primeiro diz respeito à definição de cidade, propriamente dita, e outro é o de urbano.

As primeiras cidades surgem como resultado de transformações sociais gerais, sendo estas econômicas, tecnológicas, também políticas e principalmente culturais. Surgiram assentamentos permanentes, muito mais complexos que os povoados de agricultores, até então existentes. Esses novos assentamentos abrigam muitas pessoas, como governantes, funcionários, guerreiros. Neste novo espaço surge lugar para artesãos como carpinteiros, ferreiros, joalheiros, os quais que contribuirão, para o fortalecimento do comércio. Dessa forma a cidade difere do tipo de assentamento neolítico que a precedeu até então. As cidades continuaram por um longo processo de transformação, e com a Revolução Industrial na Europa, a partir de fins do século XVII, e pela industrialização mundo afora também tiveram impacto sobre o tamanho e a complexidade das cidades. A cidade é um processo muito difícil de compreender, e devido a essa complexidade, muito difícil de definir (SOUZA, 2003, p. 65).

Percebe-se como é difícil encontrar uma única definição para cidade, pois essa realidade congrega um aglomerado de relações das mais diversas possíveis, transformando-se no tempo e no espaço, por isso, seria demasiadamente difícil atribuir ao complexo organismo que serve de lar ao ser humano e também para várias outras espécies vivas, uma definição única e precisa.

Tentando, contudo, diferenciar áreas urbanas de cidade, Bauman (2007) afirmou que as áreas urbanas são compostas de lugares habitados, enquanto cidades são os resultados do fenômeno “habitação” e podem ser caracterizadas com uma alta densidade em termos de população e processos de interação.

Realmente, a conceituação ou definição dessas duas categorias não é fácil, pois ao tentar conceituá-las, o autor propõe que urbano é simplesmente um lugar habitado, e que o lugar habitado é a cidade. Num esforço conceitual, entende-se que a cidade é o conjunto físico que dá suporte às relações urbanas, por isso área urbana seria algo mais complexo que a cidade, que representa simplesmente o local das relações, enquanto o urbano seriam as relações em si. A conclusão é que a urbanização é o processo, enquanto a cidade é a materialização desse processo.

Assim, entende-se que os problemas socioambientais inerentes ao espaço urbano (cidades) tendem a aumentar proporcionalmente ao aumento da população residente, caso o planejamento continue tendo papel secundário. Como parte integrante desses problemas, as condições climáticas são propícias para se avaliar a realidade urbana. Neste sentido, para se compreender a dinâmica do clima local, sua influência e impactos no ambiente urbano, faz-se necessário o entendimento de três processos que condicionam, em grande parte, o clima de uma cidade:

**a) Balanco de radiação:** todo corpo disposto sobre a superfície terrestre apresenta uma característica física denominada de albedo. O albedo expressa a capacidade reflectiva do objeto ou superfície e é obtido pela relação entre a energia incidente e a refletida. O albedo varia de zero (corpo negro) a um (espelho, exemplo). Assim sendo, em duas situações distintas: uma anterior à implantação da cidade, ou quando ainda não se formava um núcleo urbano de grandes proporções, e outra posterior, é possível perceber a alteração do albedo. Nota-se que, na primeira situação, a cobertura do solo – num caso hipotético – era constituída por vegetação de diversos portes, predominando a cobertura do dossel como sendo o verde (espectro eletromagnético), cujo espectro apresenta albedo de 25% (FERREIRA, 2007).

Por outro lado, na segunda situação, a chamada “segunda natureza” (MORAES, 1985), com a substituição quase total - ou total – da cobertura vegetal e a evolução do espaço urbano, composto de prédios em vidro e concreto, além de residências e indústrias margeadas pelo asfalto negro, passa a apresentar um albedo de apenas 5%, ou seja, daquele total de 100% de energia incidente, apenas 5% foi refletido, resultando em uma energia disponível muito maior nesse meio e conferindo uma temperatura também diferente.

A análise teórica dos componentes do balanço de radiação pode levar a concluir que esse novo meio promoverá uma maior energia disponível e valores também mais elevados de temperatura do ar e do solo e implicações em outros elementos meteorológicos, como umidade relativa do ar, pressão atmosférica e campos de ventos.

**b) Campos de vento:** A velocidade do vento em um ponto da superfície terrestre é resultado da variação da pressão atmosférica e do atrito com a superfície, considerando um mesmo gradiente de pressão e duas superfícies, sendo uma homogênea (floresta, por exemplo) e outra com variações no perfil (rugosa) com atrito elevado. O resultado será uma velocidade do vento maior naquela superfície homogênea, implicando que o aumento da rugosidade da superfície – prédios, casas e indústrias – promova uma diminuição do fluxo de vento e menor dispersão dos poluentes atmosféricos.

Seguindo esse raciocínio, um dos grandes problemas das cidades modernas é a formação de verdadeiros “*canyons* urbanos”, que são resultado do efeito protetor das construções ao deslocamento do ar (vento). Na direção predominante do vento, um obstáculo

protege uma área de 20 a 25 vezes a sua altura, diminuindo a dispersão de poluentes nessa área, denominada de “área tampão” (OKE, 1984, citado por MONTEIRO, 1990).

**c) Campos de pressão, temperatura e chuvas no meio urbano:** Alguns estudos realizados encontraram evidências de um possível acréscimo da temperatura no meio urbano (DANNI, 1980; LOMBARDO, 1985; IMAMURA-BORNSTEIN, 1991; MENDONÇA, 1995; BRANDÃO, 1996; COLTRI, 2006). Estes trabalhos tiveram como parte do referencial bibliográfico alguns estudos anteriores, mais direcionados a metrópoles de clima temperado, que indicaram acréscimos da ordem de 5°C entre as áreas urbanas e rurais, configurando “ilhas de calor” nos núcleos urbanos. Contemporaneamente às obras citadas, pesquisas realizadas em regiões de climas temperados têm confirmado essa tendência (MORENO, 1994; MONTÁLVES, et. all., 2000; MOBERG & JONES, 2005). Em países tropicais (Brasil, por exemplo), esse acréscimo pode ser muito mais elevado, como exemplifica a tese de Lombardo (1985), que, ao avaliar a formação de “ilhas de calor” na região metropolitana da cidade de São Paulo (RMSP), obteve valores na ordem de 12°C nos horários de máximo aquecimento.

A pressão atmosférica tem variação inversa à temperatura do ar. Assim, há de se esperar que à medida em que se caminha em direção à área central do núcleo urbano, ocorra um acréscimo da temperatura e uma redução da pressão atmosférica. Essa condição vale para uma atmosfera estável, quando as condições do tempo apresentam situação de calmarias. Tem-se, então, a convergência dos ventos para a área central cujo fluxo de vento para o centro do núcleo urbano ocasionará maior concentração de poluentes na área mais aquecida (central). A presença de núcleos de condensação (saís, partículas em suspensão e poluentes em geral) e a ascensão (subida) da parcela de ar resultarão na formação de nuvens *cumulus* e *cumulus-nimbus*, com uma boa probabilidade de ocorrência de chuvas de intensidades elevadas.

Yonetani (1983), citado/a por Lombardo (1985), trabalhando com modelagem numérica, concluiu que o aumento de 2 °C na ilha de calor pode explicar a ocorrência de nuvens do tipo *cumulus* e as anomalias de chuvas em centros urbanos. Já Mendonça (1995) constatou que áreas urbanas de cidades de porte médio, localizadas em áreas de intensa agricultura, como é o caso do norte do Paraná, podem apresentar ilhas de frescor, justificadas pela inércia termal dos solos nus e secos das áreas circunvizinhas, evento que ocorre em situação de verão, em contraposição aos resultados obtidos por Imamura-Bornstein (1991), que afirmou ser comum ocorrerem ilhas frescor nas outras estações do ano, principalmente no inverno.

Diante do exposto nos itens “a” ao “c”, pode se inferir que os centros urbanos de médio e grande porte ocasionam alterações no clima urbano, podendo afetar, por consequência, a dinâmica topo e microclimática, restando saber até que ponto essa “energia extra” estaria

influenciando o clima regional e global. Em princípio, é possível deduzir que essa influência é muito pequena no âmbito regional/global, pois outros sistemas atmosféricos de grandezas escalares muito maiores e outros fenômenos climáticos (El Niño/La Niña, por exemplo), podem estar mascarando os efeitos do clima urbano em nível de meso e macroclima. Contudo, essas afirmações são passíveis de confirmação, consideradas apenas hipóteses prováveis.

Ackerman (1987), ao estudar o comportamento higrométrico na cidade de Chicago em relação ao ambiente circundante (rural), comprovou a existência de uma “ilha seca” na comparação rural/urbano. A diferenciação de umidade relativa do ar nos dois ambientes da região de Chicago demonstrou que o ar apresenta menor concentração de umidade no horário do meio-dia na estação do verão, não sendo, entretanto, comum nas outras estações do ano.

Imamura-Bornstein (1991) utilizou uma metodologia inédita em pesquisa climatológica, ao comparar quatro cidades localizadas em continentes diferentes. Seu estudo abrangeu as cidades de Patos - 65.000 habitantes e Campina Grande - 250.000 (Paraíba - Brasil); Shimozuma - 35.000 habitantes (Japão); e Sacramento - 276.000 habitantes (Estados Unidos da América). O objetivo central da tese foi verificar a existência de ilhas de calor em ambientes climáticos totalmente diferenciados, tanto no aspecto da morfologia urbana, quanto na dinâmica climática regional. Respeitando os limites das diferenciações regionais, a tese da autora foi comprovada, pois conseguiu constatar a existência de ilhas de calor associadas às mais diversas causas. As principais diferenças entre as quatro cidades ficaram mais centradas nas condições climáticas regionais, quer pela insolação, proximidade do oceano ou pela estrutura e morfologia do terreno e, apesar dessas diferenças, foi confirmada a ocorrência de um clima urbanizado ou que sofre influência direta dos aspectos da urbanização local.

Unger (1999) realizou estudo na cidade de Szeged, localizada no sudeste da Hungria, numa extensa planície que limita a ação do efeito orográfico na temperatura e umidade do ar. A comparação da área urbana com a área rural da região estudada demonstrou que na área urbana ocorrem maiores índices de umidade (vapor d'água) durante todo o ano, com um máximo no verão. Ressaltou também que a estrutura urbana de Szeged leva a resultados diferentes daqueles encontrados em outras cidades localizadas em regiões com o mesmo tipo de clima. A utilização da técnica do índice de aridez demonstrou inequívoca influência do Rio Tisza e de áreas verdes irrigadas no aumento da taxa de evaporação urbana. De forma geral, no verão ocorre um máximo de umidade do ar, em contrapartida, no inverno ocorre um mínimo, provocado pela baixa velocidade dos ventos e a maior concentração de processos de combustão.



Xian & Crane (2006), utilizando técnicas de sensoriamento remoto e analisando imagens LANDSAT de duas regiões dos Estados Unidos (Florida e Nevada), conseguiram associar a heterogeneidade dos tipos de uso e ocupação do solo com a ocorrência de variações térmicas em ambientes urbanos. Esse estudo demonstrou que o desenvolvimento urbano das duas regiões investigadas influenciaram as diferenças térmicas de temperatura de superfície no espaço urbano, indicando a relação direta entre a ocorrência de ilhas de calor e as atividades socioeconômicas inerentes.

Dodman (2009) fez um estudo sobre a contribuição de ambientes urbanos para a emissão de gases do efeito estufa e, conseqüentemente, sua influência no aquecimento global. Para tanto, analisou a região de doze cidades distribuídas em todos o mundo (América do Norte - 3; América do Sul - 2; Ásia - 4; e Europa - 3), além de outras quatorze cidades distribuídas de forma aleatória no globo. Esse estudo comprovou que as cidades não são as maiores responsáveis pela emissão de gases estufa, pois todas as regiões estudadas apresentaram índices de emissão de gases inferiores aos índices dos seus respectivos países. O autor destaca a análise regional do Reino Unido, em que a maior contribuição vem da região nordeste, predominantemente rural. A emissão de gases estufa está atrelada ao padrão de vida, principalmente, em relação ao consumo da população residente e não necessariamente ao adensamento urbano.

Essas são algumas das características inerentes ao ambiente urbano, enfocando sua estrutura e morfologia, pelo menos no entendimento da climatologia em tais questões. As pesquisas realizadas em qualquer parte do globo, como os exemplos citados, realçam os principais problemas socioambientais existentes. As grandes metrópoles mundiais estão na lista das primeiras a terem seus aspectos intra e interurbanos estudados, figurando como possível leque de avaliação das questões relacionadas ao clima, tanto aquele relacionado ao ambiente da cidade, quanto aquele do seu entorno. Contudo, as grandes cidades não são as únicas que possuem especificidades tais que permitam a investigação do clima local e das relações com o clima regional. Muitas vezes, as pequenas e médias cidades são objetos de estudo mais interessantes.

A estrutura e a forma das cidades investigadas (Guarapuava e Irati) foram evidenciadas através das **Figuras 4 e 5** (Capítulo 1), momento em que foram definidos os pontos para coleta de dados, tomando como base os aspectos do sítio urbano. Essa delimitação permeou a busca pela diferenciação dos aspectos morfológicos, entendidos como aspectos amplos das cidades. As condições naturais (diferenciação altimétrica do relevo) associadas com os aspectos sociais (estrutura da cidade), definiram a base para as investigações da presente tese, centradas na coleta de dados climáticos primários (temperatura e umidade relativa do ar). Guarapuava e Irati possuem aspectos morfológicos e estruturais diferenciados, principalmente com relação à estrutura dos sítios urbanos, centrados na convexidade do

relevo da primeira e na concavidade da segunda, mas a escolha de topos e fundos de vale, com maior e menor densidade de construções, foi possível em ambas as cidades, possibilitando avaliações consistentes quanto a semelhanças e diferenças nas características termo-higrométricas atuantes. Essas características serão melhor discutidas no Capítulo 4.

## **2.6 O clima das cidades de pequeno e médio porte**

Em estudos de grandes centros urbanos, as estações do ano influenciam significativamente a intensidade das Ilhas de Calor - IC, tornando as ocorrências do verão mais intensas (LOMBARDO, 1985). No entanto, em cidades de médio e pequeno porte, a influência das estações não é tão marcante, já que as condições do entorno da cidade podem influenciar diretamente no microclima local (COLTRI, 2006). Tal constatação leva a um padrão de investigação para climas urbanos em cidades de pequeno e médio porte amparado em duas premissas: é possível escolher uma única estação do ano, ou, se estuda todas elas. As pesquisas utilizadas como exemplos, mais adiante, apontam que os resultados poderão ser bem similares, ocorrendo alguma diferenciação, embora não deva ser significativa, pelo menos nos casos onde a ilha de calor for constatada.

Imamura-Bornstein (1991) utilizou quatro cidades em seu estudo (Campina Grande e Patos na Paraíba; Shimosuma no Japão e Sacramento nos EUA), sendo que duas delas se enquadram no padrão pequeno e médio porte (Shimosuma e Patos, respectivamente). A observação das características locais das quatro cidades estudadas foi criteriosamente realizada, mas as duas cidades menores possibilitaram uma melhor identificação dos atributos do sítio urbano, principalmente, pois a avaliação dos aspectos naturais da morfologia das cidades foi importante na definição dos pontos de coleta de dados.

A autora salienta que Shimosuma, por estar sob a influência do clima subtropical, possui capacidade de armazenamento e liberação da radiação solar e da umidade do solo, que controlam a ocorrência espacial e temporal das ilhas de calor. Os resultados apontaram que, no inverno, a maior intensidade da ilha de calor ocorre em períodos noturnos, indicando uma forte influência de calor fruto da dinâmica social urbana. Já no verão, o padrão se inverte, e o máximo se apresenta durante o dia. Esses mecanismos estão dominados pelo armazenamento ou liberação de processos envolvendo a intensa insolação solar incidente sobre a área urbana, em contraposição com vastas extensões de áreas rurais úmidas.

Essa foi a explicação encontrada para a variabilidade da ocorrência das ilhas de calor identificadas naquele estudo. A constatação da autora pode ser questionada, no sentido de que a sua explicação é bem genérica, podendo ser aplicada a qualquer cidade, mas para o objeto e objetivos do estudo feito, tal argumento foi aceito.

Patos, na Paraíba, por sua vez, teve a ocorrência de ilhas de calor determinada pelo verão seco e inverno sem estação seca, respectivamente. Os resultados alcançados

demonstraram a ocorrência de noites com ilhas de calor mais intensas. Durante o dia, devido a propriedades de correntes térmicas secas, tanto na área urbana como na rural, a cidade produziu ilhas de calor com menor intensidade, enquanto, no período noturno, o calor urbano armazenado durante o dia foi liberado lentamente ao longo das horas da noite. A existência de solos úmidos na região central da cidade, definiu maiores gradientes térmicos durante a noite. Novamente, a autora não apresenta conclusões inéditas, pois a dinâmica da ocorrência de ilhas de calor em ambientes urbanos obedece ao mesmo padrão para a maioria das investigações realizadas.

Contudo, é possível notar que as duas cidades, apesar de apresentarem tipologias parecidas, pelo menos no que se refere ao adensamento urbano, têm explicações diferenciadas para a ocorrência de ilhas de calor. Enquanto Shimosuma teve como explicação, para a ocorrência das ilhas de calor, a dinâmica atmosférica regional, de forma mais abrangente, para Patos, a explicação foi de que a variabilidade diária da temperatura, associada à ocorrência de áreas cores com predominância de ar seco ou úmido, estaria influenciando localmente o clima urbano.

Ao mesmo tempo em que as cidades de pequeno e médio porte oferecem melhores condições de avaliação, pois o levantamento cartográfico é mais facilmente realizado e a distribuição dos pontos de coleta de dados é mais eficiente, elas também dificultam a identificação da ação do clima urbano na realidade local e regional. Os aspectos de uso e ocupação do solo, principalmente, devem ser bem analisados, pois suas características irão definir o caminho metodológico da pesquisa.

Na mesma linha metodológica, mas com um objeto de estudo bem específico (Londrina, Paraná, Brasil), Mendonça (1995) investigou e diferenciou a ocorrência de ilhas de calor/frescor urbanas; para tanto, foi necessária a caracterização minuciosa do sítio urbano (hipsometria, declividade, orientação das vertentes, setorização urbana), buscando um critério objetivo e mais eficaz para o posterior levantamento de dados.

Após a realização de levantamento cartográfico detalhado do ambiente urbano, o autor conseguiu selecionar vários pontos para coleta de dados, que comprovaram a influência da estrutura urbana nas condições climáticas locais, alternando, inclusive, a existência de ilhas de calor com ilhas de frescor, de acordo o padrão de uso e ocupação do solo.

Mendes (2001), ao estudar a dinâmica das chuvas na cidade de Uberlândia-MG, utilizou trinta pluviômetros montados e monitorados no perímetro urbano, com uma densidade de um pluviômetro por 7,3 Km<sup>2</sup> e, na área urbana e entorno, uma densidade de um pluviômetro por 11,7 Km<sup>2</sup>. O experimento possibilitou a comparação de diferentes formas de distribuição temporal e espacial das chuvas ocorridas no período de 09/1999 a 04/2000. Utilizando uma

metodologia bem simples e objetiva, o autor concluiu que a ocorrência das chuvas na cidade está relacionada à ação dos sistemas atmosféricos, principalmente à Frente Polar e à Linha de Instabilidade. Contudo, o “caminho” da chuva na cidade, na maioria das vezes, obedece ao mesmo padrão, onde notou-se

...dois trajetos mais comuns: um corresponde às chuvas formadas sobre os bairros Morada do Sol, Tocantins e Guarani, que se deslocavam em direção aos bairros Cidade Jardim e Morada da Colina, provocando precipitações mais elevadas na margem esquerda do rio Uberabinha. Outro, quando as chuvas formavam-se próximas ao Distrito Industrial, na região Norte da cidade, tomando a direção sudeste, precipitando-se de forma mais intensa sobre a margem direita do rio Uberabinha, onde se localiza a maior parte das edificações urbanas da cidade, deixando a margem esquerda praticamente sem precipitação (MENDES, op. cit., p. 222).

Dessa forma, o autor conseguiu provar que a gênese das chuvas na cidade de Uberlândia está vinculada aos sistemas atmosféricos preponderantes sobre a região, mas a estrutura urbana influencia na sua distribuição espacial e, consequentemente, na intensidade de chuva para cada bairro da cidade.

Campos (2003), ao estudar a cidade de Três Lagoas-MS, fez uma proposta de modelagem climática na escala local, utilizando, uma metodologia integradora, onde foi realizado um levantamento de uso e ocupação de solo aliado à coleta de dados meteorológicos sistemáticos. Depois da aquisição dos dados e de suas análises, a partir de modelos matemáticos em ambiente computacional, que geraram vários cartogramas e tabelas, o autor constatou a eficiência da metodologia para entender a dinâmica climática local. Uma das principais conclusões que o autor chegou é de que os elementos do clima aumentam em todos os pontos de forma sequencial, mas não com a mesma frequência e intensidade, o que foi possível demonstrar através de cálculos de correlações.

Na realidade, a pesquisa efetuada em Três Lagoas-MS não demonstrou grandes contribuições ao estudo climatológico propriamente dito, pois as análises e conclusões apresentadas seguem o padrão considerado normal. Entretanto, é no tratamento metodológico que a obra sobressai, pois a utilização de modelos matemáticos para o mapeamento de condições do tempo é algo diferenciado na área da Geografia. Por isso, a obra merece destaque e deveria ser referência metodológica em trabalhos onde o objetivo seja efetuar a análise minuciosa do ritmo climático de um local ou região.

No ano de 2002, sob a organização de Sant’anna Neto, foi editado e publicado livro com uma coletânea de vários estudos sobre climas de cidades brasileiras. Dentre os estudos apresentados, ressaltam-se os seguintes: 1) “O clima urbano de Petrópolis-RJ: análise dos impactos ambientais das chuvas de verão nas áreas de riscos e nas inundações”, de autoria de Lucy Pinto Hack; 2) “O clima de Sorocaba – SP: aspectos regionais, locais e urbanos”, de Renato Tavares; 3) “Características do Clima Urbano de Presidente Prudente”, elaborado por

Margarete Cristiane de Costa Trindade Amorim; 4) “Conforto Térmico em Presidente Prudente”, de Andréa Koga Vicente, José Tadeu Garcia Tommaselli e Margarete Cristiane C. T. Amorim; e 5) “O Clima Urbano de Penápolis – SP: um episódio de inverno”, de autoria de Luciana Tessari da Silva, José Tadeu G. Tommaselli e Margarete Cristiane C. T. Amorim (SANT’ANNA NETO, 2002).

Os quatro primeiros trabalhos tiveram como foco cidades de porte médio e conseguiram diagnosticar, de forma satisfatória, os ambientes climáticos urbanos com suas especificidades, utilizando métodos e metodologias muito parecidos, mas nem sempre iguais. O quinto e último trabalho refere-se ao estudo de uma cidade de porte pequeno, onde um episódio de inverno foi selecionado para a investigação da mancha urbana nos condicionantes atmosféricos.

A climatologia brasileira tem buscado, principalmente a partir da década de 1970, estudar a dinâmica urbana de forma mais contundente no aspecto da interação dos elementos e fenômenos climáticos com a rotina da cidade. Essa iniciativa pode ser creditada ao alto crescimento demográfico em áreas urbanas e ao resultado catastrófico ocasionado por tal acontecimento. As cidades crescem de forma caótica e sem planejamento, levando sua população a experimentar um desconforto físico e psicológico altamente nocivo à qualidade de vida, muitas vezes oriundos das condições climáticas.

Mendonça (2003) faz um breve relato da evolução das pesquisas em climatologia urbana no Brasil, onde ressalta a importância da metodologia SCU proposta por Monteiro (1976) e adotada pela maioria dos pesquisadores da área, principalmente pelo geógrafo. Aponta que, dos três campos de investigação do SCU (termo-higrométrico, físico-químico e hidro-meteorológico), o mais utilizado é o termo-higrométrico e credita essa escolha metodológica ao fato de que a temperatura e a umidade do ar são aspectos de conforto e/ou desconforto térmico mais atuantes na vida do cidadão, principalmente em grandes centros urbanos.

A identificação de ilhas de calor e/ou frescor tornou-se uma busca incansável por parte dos climatólogos que estudam o ambiente urbano, norteando boa parte das pesquisas de clima urbano no Brasil, principalmente nas grandes cidades brasileiras como é o caso de São Paulo, Rio de Janeiro, Porto Alegre e Curitiba. As pesquisas nas grandes cidades das regiões sudeste e sul do Brasil figuram entre as principais referências bibliográficas consultadas, indicando um desenvolvimento considerável da climatologia urbana nessas regiões, que obedece a uma lógica simplificadora da escolha do local de estudo, pois as outras regiões brasileiras oferecem problemas similares ou mesmo ampliados e devem ser investigadas também. A ampliação desses estudos tem ocorrido e várias regiões fora do eixo central da economia nacional têm sido eleitas como objetos de estudos.

Quanto às técnicas utilizadas nos trabalhos desenvolvidos até 2000, Mendonça (2003) afirma que o levantamento cartográfico, principalmente o hipsométrico, tem sido a base para praticamente todos os estudos, associado ao levantamento de dados da temperatura e umidade do ar, coletada a 1,5m do solo, seguindo as recomendações da Organização Meteorológica Mundial – OMM, mas que uma outra técnica tem demonstrado ser bastante útil na análise de condições climáticas urbanas: o sensoriamento remoto.

A utilização de imagens de satélite tem possibilitado uma melhora significativa na identificação de diversos ambientes, possibilitando a confirmação e/ou refutação de dados coletados em campo. Os satélites NOAA e LANDSAT são os mais utilizados; o primeiro, na escala regional, ajuda a diferenciar áreas urbanas das rurais, e o segundo na escala local, pode ser utilizado no mapeamento do uso do solo e até mesmo na identificação de ilhas de calor através da banda termal.

A climatologia urbana brasileira tem evoluído muito, mas os resultados das pesquisas ainda são modestos, no que diz respeito a possíveis propostas de intervenção no planejamento urbano, principalmente em relação à melhor distribuição do uso e ocupação do solo. É evidente que esta área do conhecimento tem alcançado resultados consideráveis em suas pesquisas e a utilização de metodologias mais modernas e confiáveis tem norteado esta evolução, mas os problemas socioambientais urbanos se agravam a cada dia que passa, cobrando do pesquisador uma permanente atualização de seus conhecimentos e domínio da evolução dos fatos urbanos. O geógrafo deve ser esse profissional, pois possui formação que o capacita a entender a complexidade dos fatos urbanos sem, contudo, desconsiderar a realidade regional, tanto natural quanto social.

## **2.7 Irati e Guarapuava: especificidades climáticas**

Os municípios de Irati e Guarapuava (áreas de análise do presente estudo) estão localizados na região centro-sul do Paraná (**Figura 1**) e apresentam condições climáticas muito semelhantes, pelo menos na classificação apresentada oficialmente, baseada na metodologia de Köppen.

Irati possui um clima do tipo Cfb (temperado), com geadas frequentes no inverno. A temperatura média anual é de 18 °C (média da máxima de 24,2 °C e média da mínima de 11,0 °C); a média mensal de precipitação pluviométrica é de 193,97mm e a média mensal de umidade relativa do ar é de 79,5 % (IRATI, 2008).

Guarapuava apresenta clima moderado, subtropical e úmido; seus invernos têm geadas e até neves. A temperatura média anual é de 16,8 °C. A média máxima é 26 °C e a mínima é 6,8 °C (GUARAPUAVA, 2008). Através destas informações, percebe-se que o clima de Guarapuava pode ser considerado do tipo Cfb – “clima temperado, propriamente dito;

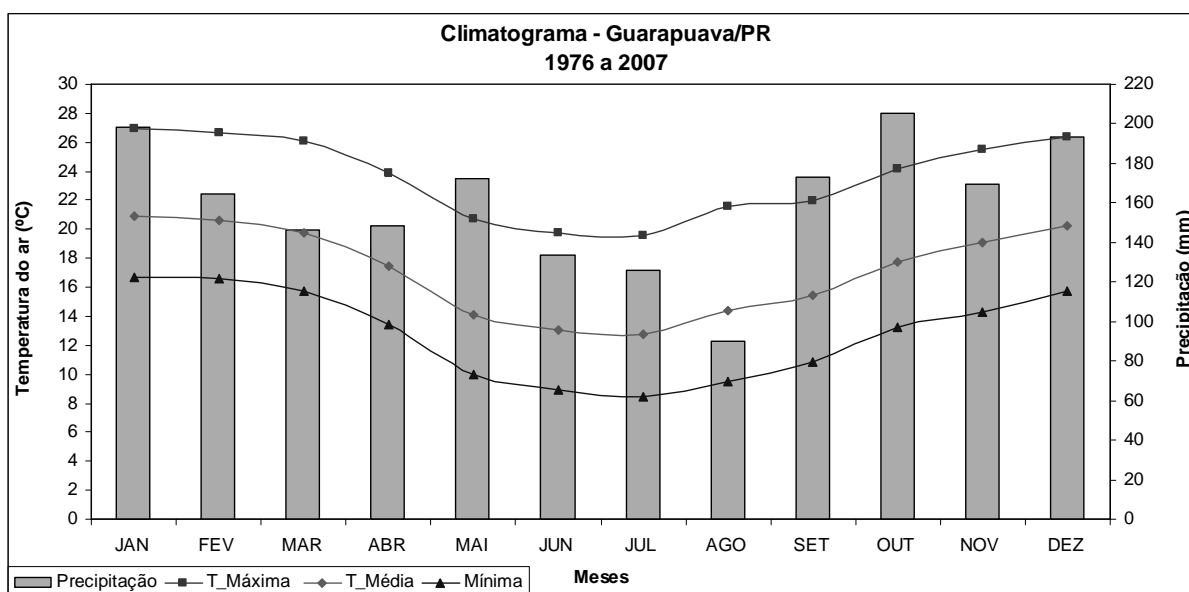
temperatura média do mês mais frio abaixo de 18 °C, com verões frescos, temperatura média no mês mais quente abaixo de 22 °C e sem estação seca”.

Thomaz & Vestena (2003), após apresentarem várias classificações climáticas para a região de Guarapuava, propostas por pesquisadores diferentes e em épocas distintas, concluem que o clima de Guarapuava pode ser considerado subtropical mesotérmico – úmido, sem estação seca, com verões frescos e inverno moderado. Para chegarem a essas conclusões, os principais elementos climáticos foram cuidadosamente analisados, buscando uma interpretação própria, que culminou na identificação e classificação das condições climáticas locais. A precipitação média da região é de 1961mm anuais, bem distribuídas no decorrer do ano. Os meses mais chuvosos são outubro e janeiro e os menos chuvosos são julho e agosto. A temperatura média anual é de 17 °C e varia de 16 a 17,5 °C ao longo da série estudada, com dias mais frios nos meses de junho e julho e mais quentes nos meses de janeiro e fevereiro. As menores médias anuais de umidades relativas foram de 73%, enquanto que as maiores foram de 82%.

As características climáticas dos dois municípios, apesar de terem diferenciações, levam a uma definição climática, segundo critérios da classificação de Köppen, centradas no tipo Cfb (temperado), caracterização que este estudo investigou, objetivando confirmar sua validade, pois somente pelos dados apresentados, fica clara uma diferenciação entre as duas áreas.

A média do mês mais quente de Irati está acima dos 22 °C, enquanto a de Guarapuava está abaixo, indicando uma possível diferenciação na amplitude térmica de área para área. A própria classificação de Köppen, seguindo estritamente os padrões de temperatura, já iria diferenciá-las. Buscando confirmar ou refutar tais características nas especificidades climáticas das duas regiões, convém analisar os dados de umidade e temperatura dos dois municípios, referentes ao período de 1976 a 2007. Estes elementos do clima foram selecionados para análise, buscando uniformizar os dados, pois o levantamento de campo centrou-se na obtenção da temperatura e umidade relativa do ar.

Os dados apresentados nos **Gráficos 1 e 2** são parciais e a análise ainda é um pouco superficial, sendo que análises mais precisas serão evidenciadas no decorrer da pesquisa, mas, desde já, é possível notar que a variação da temperatura e umidade média de Guarapuava confirmam os escritos de Thomaz & Vestena (2003); da mesma forma, em relação aos meses mais quentes e mais frios, também existem semelhanças.



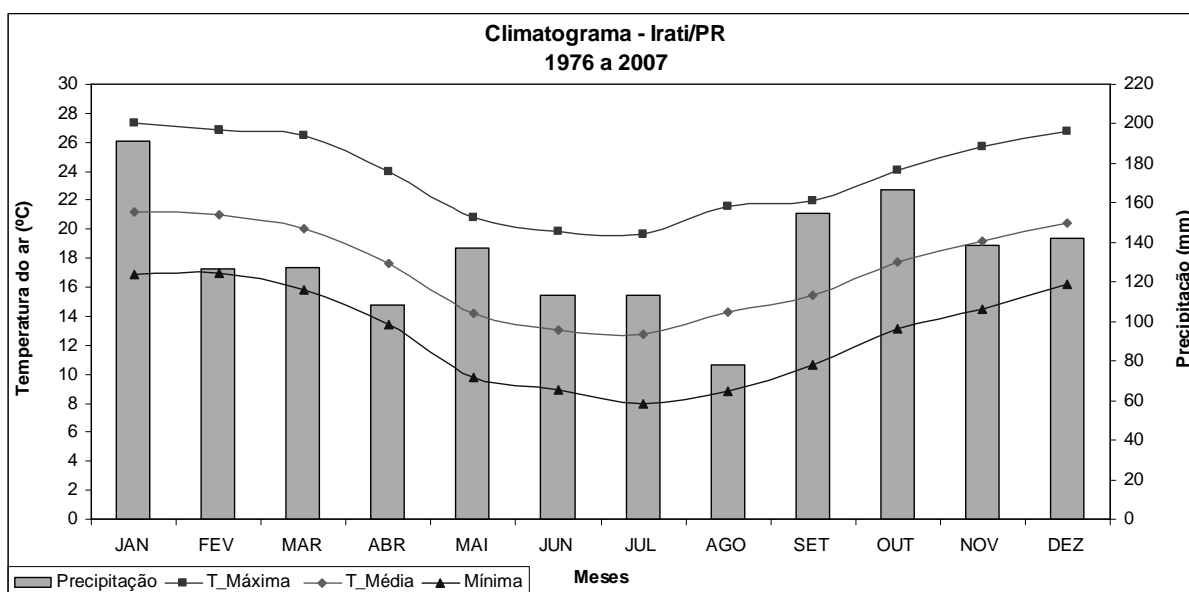
**Fonte:** Dados meteorológicos do IAPAR. Análise estatística efetuada pelo autor.

**Gráfico 1** – Climatograma para o município de Guarapuava - período de 1976 a 2007.

Da mesma maneira que a temperatura, a precipitação também apresenta uma variação média bem parecida nos dois municípios, entretanto, ressalta-se que o mês mais chuvoso é diferente. Em Irati, chove mais no mês de janeiro, enquanto em Guarapuava é em outubro que ocorrem as maiores quantidades de precipitação, na média. Com relação ao mês menos chuvoso, a variabilidade é a mesma, sendo que agosto é o mais com menor quantidade de precipitação, com a única ressalva de que Irati apresenta médias de precipitação um pouco menores que Guarapuava, ou seja, em Irati chove um pouco menos no decorrer de todo o ano (**Gráficos 1 e 2**), explicado pela menor insolação\*, o que ocasiona menores taxas de evapotranspiração e, conseqüentemente, menor formação de nuvens, influenciando nas chuvas localizadas. Entretanto, deve-se ressaltar que esta é apenas uma avaliação com base em médias estatísticas.

\* Insolação Média Anual: Guarapuava = 2337 horas; Irati = 1955 horas (IAPAR, 2009).





**Fonte:** Dados meteorológicos do INMET. Análise estatística efetuada pelo autor.

**Gráfico 2** – Climatograma para o município de Irati - período de 1976 a 2007.

O objetivo da apresentação dessas especificidades climáticas para os dois municípios está centrado na perspectiva de identificar diferenças e semelhanças na variação de seus elementos climáticos (temperatura e precipitação). Ficou provado que as semelhanças existem e preponderam, pelo menos na avaliação das médias climatológicas. Por isso, os climas locais (Guarapuava e Irati), uma vez analisados através de dados das estações climatológicas oficiais, não diferem muito, mesmo que algumas características naturais e sociais sejam diferenciadas.

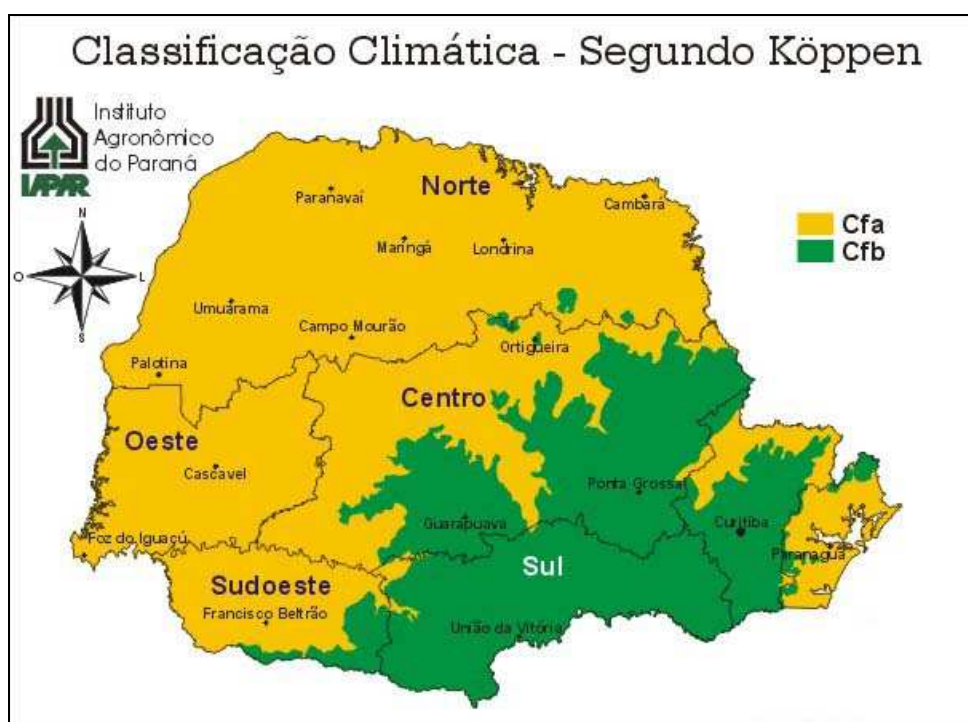
Como exemplo de característica natural predominante, é interessante lembrar que Guarapuava localiza-se em um terreno mais aplainado no reverso de uma escarpa, com altitudes chegando próximo a 1200 metros, conforme a **Figura 4**, enquanto Irati está localizada na borda do relevo escarpado, com terrenos mais ondulados e com altitudes chegando a 940 metros - **Figura 5**. Desta forma, as configurações do relevo não definem diferenças significativas na variação da temperatura e da umidade do ar nos dois municípios, mesmo que a precipitação pluviométrica apresente um ritmo anual levemente diferenciado.

Guarapuava tem um perímetro urbano de aproximadamente 68 km<sup>2</sup> e Irati apresenta um perímetro próximo dos 33 km<sup>2</sup>. Essas medidas indicam áreas urbanizadas só nas sedes dos municípios e são bem diferentes, pois Irati possui menos da metade da área de Guarapuava. Partindo da hipótese que as atividades urbanas influenciam no clima local, tal realidade não parece ficar comprovada com os dados médios das estações oficiais.

Ressalta-se então, que as médias das temperaturas e das umidades relativas do ar não sofrem influência das condições locais (relevo e densidade urbana), o que indica homogeneidade nos dados das estações, vinculados à dinâmica regional e não local. Contudo, deve-se salientar que tais avaliações serão retomadas oportunamente neste estudo.

Os municípios de Irati e Guarapuava apresentam especificidades climáticas bem parecidas, como indica a análise dos dados disponibilizados pelas estações climatológicas do INMET\* e do IAPAR\*, culminando com a classificação do tipo Cfb (clima temperado, propriamente dito, temperatura média no mês mais frio abaixo de 18°C (mesotérmico), com verões frescos, temperatura média no mês quente abaixo de 22°C e sem estação seca).

Entretanto, a área do Estado do Paraná é considerada como sendo de transição do clima tropical e subtropical para o clima temperado, propriamente dito. Isso se deve a sua posição latitudinal (dividida pelo Trópico de Capricórnio), mas também às alternâncias altimétricas, tendo regiões próximas dos 200 metros de altitude (calha do Rio Paraná) e outras próximas dos 2000 metros de altitude (Serra do Mar). Neste sentido, a carta de classificação climática do Paraná exemplifica bem essa diferenciação existente em todo o Estado (CAVIGLIONE et al, 2000). Essa característica de transição é bem notada na **Figura 15**, que define dois tipos climáticos preponderantes no Estado, que sofrem influências das características próprias das regiões que os circundam (sudoeste paulista e norte catarinense).



Fonte: Caviglione, et al, (2000)

**Figura 15:** Classificação climática para o Estado do Paraná segundo dados do IAPAR

Os dois tipos de clima predominantes no Estado do Paraná, o Cfb e o Cfa (Clima subtropical, temperatura média no mês mais frio inferior a 18°C (mesotérmico) e temperatura média no mês mais quente acima de 22 °C, com verões quentes, geadas pouco frequentes e tendência de concentração das chuvas nos meses de verão, sem estação seca definida),

\* As duas estações efetuam monitoramento segundo os padrões convencionados pela OMM.

evidenciam a transição entre as características tropicais mais ao Norte e Noroeste do Estado e as temperadas, propriamente ditas, mais ao Sul.

Os municípios de Guarapuava e Irati, apesar de terem suas classificações oficiais vinculadas ao tipo Cfb, segundo a metodologia de Köppen, localizam-se bem próximos à área de transição com o tipo Cfa; inclusive, é possível perceber, na **Figura 15**, que o tipo Cfa pode ser identificado em parte da região pertencente aos territórios dos dois municípios.

Segundo Caviglione et al (2000), as características climáticas de Irati e Guarapuava são bem parecidas, sendo as temperaturas médias do trimestre mais frio (junho, julho e agosto) inferiores a 14°C, ao passo que as temperaturas médias do trimestre mais quente (dezembro, janeiro e fevereiro) são superiores a 21°C, nos dois municípios. Da mesma forma, a umidade relativa do ar apresenta médias anuais dentro do intervalo de 70 a 75%, segundo dados e metodologias do IAPAR. Em contrapartida, a precipitação média já não apresenta a mesma tipologia, pois Guarapuava tem médias no intervalo de 500 a 600mm, ao passo que Irati tem médias entre 400 e 500mm, no trimestre mais chuvoso.

Mesmo que a situação de transitoriedade climática não seja possível de se identificar exclusivamente pela análise da **Figura 15**, é possível inferir que os dois municípios se encontram em situação de transição entre diferentes tipos de clima. Apesar de a maioria dos elementos considerados para a classificação oficial ter comportamento médio semelhante, dependendo das características locais, podem ocorrer influências distintas. A precipitação pluviométrica é um exemplo esclarecedor desta realidade.

Na estação de verão, a mTc e a mEc se ampliam e passam a dominar os tipos de tempo no Centro Oeste do Brasil e, às vezes, atuam também no norte e noroeste do Paraná. Os avanços dos sistemas frontais em contraste com a baixa pressão e a elevada umidade relativa, características da mEc, desestabilizam a atmosfera. Mesmo com o predomínio do sistema de baixa pressão nos meses mais quentes, a mPa (alta pressão) avança pelo Sul do Brasil e desvia-se para o interior do Atlântico Sul. O deslocamento desse anticiclone dá origem aos sistemas frontais que, com frequência, avançam pelo Sul do Brasil e causam as chuvas frontais, por exemplo. Essas massas de ar, de diferentes características, normalmente, se encontram justapostas na região central do Estado do Paraná, principalmente no verão. Como Irati e Guarapuava se localizam bem próximos dessa área, deduz-se que a heterogeneidade na circulação secundária define o clima regional como sendo de transição.

Considerando, então, uma possível definição regional para o clima dos dois municípios, a dinâmica atmosférica está totalmente vinculada a esta classificação regional, sendo, portanto, possível identificar os principais sistemas atmosféricos que influenciam o tempo e o clima nessa região, estudo abordado por Monteiro (1963), Nimer (1977 e 1989) e Thomaz e Vestena (2003), autores que definiram a dinâmica atmosférica da região da seguinte forma:

- 1) As principais características climáticas da região centro-sul do Paraná estão vinculadas à ação da Massa Polar Atlântica (MPa), Massa Tropicopical Continental (MTc), Massa Equatorial Continental (MEc) e Massa Tropical Atlântica (MTa), além da incontestável ação do Sistema de Circulação Perturbada de Sul (Frente Polar) e do Sistema de Circulação Perturbada de Oeste (Linhas de Instabilidade Tropicais);
- 2) No verão, a MPa sofre um enfraquecimento e a MTa está mais afastada do continente, não atuando de forma significativa sobre a região centro-sul do Paraná, assim como em toda a parte meridional do Brasil, o que confere à MTc e MEc importância preponderante nas alternâncias do tempo e configurações climáticas regionais;
- 3) No outono, a MPa continua enfraquecida, mas pode ter influência eventual nas condições do tempo, embora a predominância seja para a atuação da MEc. Contudo, por se tratar de uma estação de transição, podem ocorrer condições associadas tanto à MPa quanto à MEc;
- 4) No inverno, a MPa e MTa dominam todas as alterações do tempo na região centro-sul do Paraná e a atuação destes sistemas atmosféricos provocam intensas ondas de frio e geadas frequentes, principalmente quando não encontram situação de “resistência” provocada pela ação da MEc ou mesmo pela MTc;
- 5) Na primavera, as condições são bem parecidas com o outono, mas o que ocorre é basicamente o enfraquecimento da MPa e o fortalecimento da MTa e de outras massas intertropicais, principalmente a MTc e a MEc.

Monteiro (1963) destaca que a MPa é a principal condicionante das condições climáticas no Sul do Brasil, representada pelas fases de atuação da Frente Polar Atlântica (FPa), cuja influência pode ser esquematizada em quatro fases: transição (tropicalização da MPa, com predomínio de ventos de Nordeste e Leste, configurando tempo estável), prenúncio (início do avanço da MPa, provocado pela diminuição da pressão após uma pequena onda de calor), avanço (passagem da FPa que segue para o Norte, com presença de trovoadas e chuvas fortes, precedidas da mudança na direção e velocidade dos ventos, assim como da nebulosidade) e domínio (fim da influência da FPa e domínio absoluto das características vinculadas à MPa, provocando rebaixamento acentuado nas temperaturas médias, principalmente nas mínimas).

As condições climáticas regionais (dinâmicas e estáticas), apresentadas anteriormente, definem o clima para a região onde os municípios de Irati e Guarapuava se localizam, mas alguns elementos do clima (temperatura e umidade relativa do ar) não obedecem rigorosamente à influência regional, mesmo que os dados oficiais, em sua maioria, definam as características regionais como homogêneas. Uma das possíveis influências na

variabilidade desses elementos é o relevo, tanto regional como local, pois os dois municípios estão separados pela Serra da Esperança, além do fato de Irati apresentar, principalmente na área urbana, um relevo côncavo, enquanto em Guarapuava o relevo é convexo. O fato de a precipitação ter médias diferenciadas para os dois municípios em um mesmo período de análise (CAVIGLIONE, 2000), comprova tal hipótese.

### **CAPÍTULO 3 – IRATI E GUARAPUAVA – ASPECTOS HISTÓRICO-GEOGRÁFICOS E CLIMÁTICOS REGIONAIS E LOCAIS**

A validação da investigação científica se dá através do confronto de idéias (dialética), fato provado através da apresentação de diferentes linhas de pensamento sobre um determinado tema. Percebe-se que esse procedimento foi a pretensão dos capítulos anteriores, onde opiniões diferentes sobre a temática deste estudo foi discutida, utilizando técnicas e metodologias das mais variadas.

O presente estudo buscou uma harmonia entre métodos e metodologias. A ideia da realização de uma investigação baseada em hipóteses e deduções parece plausível. Por isso, o método hipotético-dedutivo também foi explorado e, para tanto, a coleta de dados com um estudo de caso pré-definido, tornou-se procedimento metodológico obrigatório.

No Capítulo 2, no item 2.6, as duas cidades (especificamente) e a realidade regional (de forma geral) já foram mencionadas, sendo que alguns aspectos relacionados à identificação do objeto de estudo e de seus atributos foram ligeiramente discutidos. Contudo, é interessante fazer uma melhor discussão das questões inerentes ao objetivo deste estudo, centrado nas duas cidades, enquanto foco das atividades sociais dos habitantes locais.

#### **3.1 Estudo de caso: as cidades como referência**

Os conflitos inerentes à relação da sociedade com a natureza podem ser identificados em qualquer área, mas principalmente em locais onde estas duas realidades estejam em estreita relação. Os exemplos de desastres ambientais são inúmeros, começando com pequenos focos de poluição hídrica, que podem ser facilmente identificados em corpos d'água de qualquer magnitude, que podem começar a ocorrer no ambiente rural, principalmente através do afluxo de rejeitos de produtos químicos utilizados na lavoura. Da mesma forma, essas ocorrências são comuns no meio urbano, mesmo não sendo tão significativo o aporte de produtos químicos típicos da agricultura (agrotóxicos em geral), os diversos tipos de esgotamentos residenciais e/ou comerciais possuem produtos contaminantes dos mais diversos tipos.

Na cidade, os processos de degradação do meio ambiente natural são bem mais complexos e, normalmente, desencadeiam acontecimentos difíceis de serem controlados. Dois exemplos são básicos: desmoronamentos de encostas e alagamentos de vias de transporte. Recentemente (dezembro de 2009), ocorreu em menos de 24 horas, chuvas que estavam previstas para todo o mês. A cidade de São Paulo sofreu um dia de caos, onde ocorreram, simultaneamente, desmoronamentos e alagamentos, acarretando a morte de indivíduos que foram soterrados e o congestionamento de dezenas de quilômetros nas marginais do rio Tietê e do rio Pinheiros, devido ao extravasamento das águas dos leitos destes rios (FOLHA DE SÃO PAULO, 2009).

É precipitada a afirmação de que nas cidades existem os maiores problemas e, por isso, sua investigação é mais fácil. Na realidade, a identificação do problema é mais rápida, porém a resolução dele nem sempre é facilmente detectada. Os estudos devem ser realizados na busca da identificação da causa e do efeito, objetivando propor meios de contenção ou até mesmo de eliminação dos problemas identificados, pois são mais complexos e, normalmente, necessitam da interação entre vários ramos do conhecimento, objetivando um diagnóstico eficaz. Essa metodologia de avaliação, uma vez considerada necessária, remete à possibilidade de um trabalho na perspectiva da multidisciplinaridade ou, até mesmo, interdisciplinaridade.

Deléage (2004) *apud* Dumke (2007, p. 43-44), comentando a visão epistêmica de Michael Foucault sobre a ciência, afirma que

...na episteme antiga, domina a visão monista, naturalista, na qual a *physis* (natureza) é o todo, o Universo, uma só substância: o corpo e o espírito, o indivíduo e o grupo, o homem e os seres vivos. Nesta fase o conhecimento é matemático; a episteme moderna se distingue pela visão dualista, humanista. Há separação e hierarquia entre a substância material e a substância transcendente. O homem é uma substância pensante – criado por Deus e à sua imagem, tem como missão o domínio da natureza. A ciência, neste período, passa a ser experimental; e na episteme contemporânea tudo se relaciona, em forte reação à episteme moderna e à fragmentação do conhecimento, à degradação do meio, às feridas da Terra, aos estragos feitos pelo homem. Questionam-se os direitos dos outros seres e o dos ecossistemas; domina a idéia das relações, da complexidade, que induz ao procedimento multidisciplinar.

É notória a evolução do pensamento científico no decorrer do tempo, passando da natureza poderosa e totalitária para uma relação de todos os sistemas naturais e sociais que compartilham a vida no planeta, onde a integração multidisciplinar surge com naturalidade, sem contestação, pois o conhecimento específico de um determinado ramo científico, normalmente, não contempla a realidade como um todo.

A cidade e a complexidade da vida urbana surgem como objetos de estudo que possibilitam, quando não exigem, a integração de conhecimentos de áreas distintas da ciência moderna. Entretanto, a junção desses conhecimentos nem sempre é simples, pois, para um pesquisador formado numa área específica, entender a análise e as metodologias de outro é algo demorado e até mesmo impossível em alguns casos.

Mesmo que a cidade seja um objeto de estudo eminentemente multidisciplinar, pois evoca a necessidade de conhecimentos de vários ramos da ciência, essa perspectiva nem sempre é bem aceita. Uma das polêmicas mais recentes sobre o planejamento urbano está ligada aos discursos ecológicos, normalmente vinculados à ideologia defensora da preservação total do ambiente natural, desencadeando uma guerra sem fim contra o crescimento das cidades, principalmente, as destituídas de planejamento ambiental.

O principal alvo das críticas dos ecologistas é a estrutura das grandes cidades, pois a maioria delas se encontra em países em desenvolvimento. Entretanto, a metrópole não é a única a ser criticada, mas as cidades de forma geral, mesmo que os grandes aglomerados urbanos sejam os centros de debates intermináveis. Os ecologistas defendem que o meio natural deve ser preservado e que as cidades tendem a deteriorá-lo, causando problemas ambientais dos mais diversos. Por isso, as cidades são vistas como espelhos do desequilíbrio global que vem aumentando no decorrer dos anos.

Como no final do século XIX, alguns ecologistas do final do século XX e início do XXI vêem as grandes cidades como elementos destrutivos ao que eles consideram como natureza. Como se fosse aceitável, então as cidades grandes lhes parecerem no máximo “toleráveis”. Parecem ter dificuldade em constatar quaisquer forças construtivas nas cidades grandes. Tal visão é impressionante por haver uma tendência mundial para a urbanização. Contra a visão desses ecologistas, o povo, que é a força motriz por trás dessa tendência, obviamente prefere as cidades às áreas “naturais, ecologicamente intactas”, das quais provêm (GROENING, 2004, p. 84-85).

As afirmações se voltam especificamente para grandes cidades, mas essa realidade pode ser identificada em cidades menores, guardadas as devidas proporções. A questão é que as cidades surgem como vilãs no processo de degradação ecológica, fato incontestável, pois os desdobramentos da ocupação urbana são prejudiciais ao equilíbrio ecológico e, quanto maior a cidade, maior será sua influência para potencializar tal fenômeno. Essa é a defesa dos ecologistas, mas, em consonância com o pensamento de Groening (2004), como impedir o crescente grau de urbanização que ocorre no mundo todo? A crescente população mundial, em sua maioria, prefere viver nas cidades a viver no campo, o que leva à conclusão de que os atrativos das cidades compensam o desequilíbrio que ocorre.

O antagonismo entre a ideia de conservar tudo e de construir mais cidades porque nelas está a maioria da sociedade humana parece ser um debate permanente, fadado ao fracasso. É difícil imaginar que a natureza não deve ser transformada, pois isto inviabilizaria o modo de vida atualmente preponderante, mas, pensar nas cidades enquanto moradia obrigatória da população mundial também pode ser uma resposta pequena para o problema, que tenta justificar a existência de cidades de qualquer porte e com todos os problemas conhecidos atualmente.

A resposta ainda não foi alcançada, mas o planejamento urbano e ambiental deve tentar minimizar os impactos causados por uma urbanização acelerada e, muitas vezes, descontrolada. Não é justificando a existência das cidades e planejando “parques” para elas, que os problemas se resolverão, pois a dinâmica socioambiental inerente ao ambiente urbano, envolve, como já dito, relações de causa e efeito pertencentes a vários ramos do conhecimento. Por isso, o esforço em encontrar soluções para tais problemas perpassa por estudos da Ecologia, Biologia, Economia, Sociologia, por exemplo, demonstrando uma necessidade de entendimento das áreas e não crítica ao pensamento diferenciado.



Dumke (2007) afirma que o planeta Terra, no decorrer do século XXI, deverá confirmar a tendência de se tornar um planeta urbano, pois as aglomerações urbanas gigantescas, interconectadas, cobrem a superfície da Terra, multiplicando os efeitos das interações entre a sociedade e a natureza. Nessa perspectiva, as condições de conforto, associados, por exemplo, aos elementos climáticos (temperatura e umidade relativa do ar), são extremamente importantes e o clima urbano, que possibilita a avaliação de condições de vida das diversas classes sociais, que habitam lugares de maior ou menor rigor climático, deve ser mapeado. Assim, se as cidades oferecem problemas relacionados ao conforto térmico, e, conseqüentemente, à saúde das pessoas, para todos esses problemas devem buscadas soluções, por meio de estudos e propostas de pesquisa multi e interdisciplinares.

A figura dos planejadores ou gestores urbanos pode ser representada por qualquer uma das áreas do conhecimento já citadas, mas não se restringe a elas, pois outros profissionais também estão habilitados a fazer diagnósticos e propostas de mitigação de problemas socioambientais urbanos. Os geógrafos são profissionais perfeitamente capacitados para elaborar tal tarefa, principalmente os que se especializam na interpretação do fenômeno da urbanização, quer seja em cidades grandes, médias ou pequenas, pois os problemas ocorrem em cidades de qualquer tamanho, respeitada a proporcionalidade. Por isso, nem sempre cidades grandes apresentam problemas maiores que as médias ou pequenas.

Soares (2006) fez um estudo sobre a dinâmica socioespacial da Aglomeração Urbana do Sul (AUSUL), constituída pelos municípios de Pelotas (323.158 habitantes); Rio Grande (186.544 habitantes); Capão do Leão (23.718 habitantes); São José do Norte (23.796); e Arroio do Padre (4.145 habitantes), que ocupam uma área total de 6.533 km<sup>2</sup> do Estado do Rio Grande do Sul. O autor enfatiza que a AUSUL tem como eixo central de metropolização, os municípios de Pelotas e Rio Grande, por serem centros regionais de concentração do poder político e econômico. Os desafios para a gestão e o planejamento urbanos da AUSUL preocupam as elites políticas, econômicas e acadêmicas da região e estão centrados em cinco categorias: políticas; institucionais; econômicas; sociais e ambientais.

O modelo da AUSUL parece difícil de ser encontrado, pois como considerar a união de três municípios de pequeno porte; um de médio porte e outro de médio para grande porte, como uma região metropolitana com características socioespaciais similares? As discussões sobre o tema dão conta de que é possível esse fenômeno e atualmente se tem considerado que cidades médias e pequenas também podem centralizar regiões metropolitanas e ter características muito parecidas com cidades de grande porte (SPOSITO, et. al., 2006). Assim, os desafios para o planejamento dessas cidades são idênticos, levando à conclusão de que não existe limite de tamanho das cidades. O que existe são problemas correlatos que ultrapassam o padrão quantitativo e podem ser mais bem avaliados sob uma perspectiva qualitativa.

As cidades eleitas para o estudo de caso do presente trabalho (Guarapuava e Irati) encaixam-se no perfil das cidades pertencentes a AUSUL, pois Guarapuava é um centro regional com fluxo de capital e serviços, com uma população estimada de 164.567 habitantes, o que a deixa em condições similares a Rio Grande, uma das cidades centrais da AUSUL. Já Irati também se coloca como pólo regional, mas com configurações socioespaciais bem diferenciadas, pois é o maior município (54.151 habitantes) em relação a municípios vizinhos, tanto em população, quanto em área, que estão sob sua influência geoespacial.

Diferentemente dos municípios da AUSUL, Guarapuava e Irati não estão dentro dos mesmos limites territoriais e sequer são consideradas oficialmente como sedes de regiões ou aglomerados metropolitanos. Contudo, considerando que a área total dos dois municípios (cerca de 4.000 km<sup>2</sup>) é bem representativa e que as dezenas de cidades que estão sob sua influência possuem expressiva importância no cenário estadual, tanto política como social, suas histórias devem ser contadas e o planejamento urbano/territorial deve ser considerado como possibilidade de melhoria das condições socioambientais das duas cidades.

É importante conhecer a realidade urbana das duas cidades, buscando demonstrar qual a estrutura existente dentro da área de estudo, por isso um pequeno histórico da formação dos territórios de Guarapuava e Irati foi necessário e conduziu os rumos das análises feitas neste trabalho. Mesmo que a metodologia central passe por uma avaliação de elementos do clima, a proposta da integração socioambiental não deve ser esquecida e, para tanto, o território e suas relações devem ser enfocados.

O objeto de estudo são duas cidades de porte demográfico distinto: Guarapuava, é considerada como uma cidade de porte médio; e Irati, considerada cidade de pequeno porte. Esta classificação pode ser considerada arbitrária, mas está amparada na definição apresentada pelo IBGE (2000), que estabelece como critério o número populacional, sendo de até 100 mil habitantes, cidade pequena, de 100 a 500 mil, média e mais de 500 mil, grande cidade.

Apesar do foco central ser as cidades, a realidade que as cerca (regional) também foi utilizada como parâmetro analítico.

A coleta de dados, os locais selecionados para tal coleta, a base de dados e sua análise temporoespacial, já foram devidamente explicitados no Capítulo 1, por isso não é aconselhável repetir tais explanações, as quais serão devidamente retomadas na discussão analítica dos resultados da pesquisa.

### **3.2 Meio ambiente urbano de Irati**

Irati teve sua história iniciada na metade do século XIX, quando algumas famílias procedentes da região de Curitiba fixaram residência no atual bairro denominado Vila São João, motivadas pela riqueza do solo e pelos recursos naturais, principalmente pela extração

da madeira e da erva-mate, que foi sua principal fonte de exploração econômica por muitos anos, fundamentando sua emancipação política, ocorrida em 15 de julho de 1907. Os ciclos econômicos paranaenses definiram etapas de desenvolvimento do município, situado na comunidade tradicional paranaense, tendo suas vilas fundadas nas margens da estrada de Ferro São Paulo/Rio Grande. Mas, assim como outros municípios da região, Irati sofreu um declínio econômico com a derrocada da economia ervateira e a quase extinção do pinheiro, considerado hoje como espécie protegida pela legislação ambiental nacional (ORREDA, 1972).

Os colonizadores (primeiros povoadores) do município de Irati, demonstraram a preocupação com a estrutura urbana do município, em primeiro lugar, através da delimitação do espaço urbano. As autoridades da época, logo após a promulgação da lei que criou o município, se organizaram para desenhar o quadro urbano de Irati, planejando todo o traçado das futuras instalações prediais (Igreja, Prefeitura, Câmara Municipal, Escolas, entre outros), além da necessária construção de ruas e calçadas, buscando a melhoria das condições de acesso à população iratiense, que crescia dia-a-dia. Para tanto:

O município adquiriu por escritura pública, em 1907, antes de qualquer outra providência, cinco alqueires (121.000 m<sup>2</sup>) de Pedro Laurentino do Bonfim, pela importância de Rs\$ 800\$000; dois alqueires (48.400 m<sup>2</sup>) de Basílio Sapla, pela importância de Rs\$ 200\$000; dois alqueires (48.400 m<sup>2</sup>) de José Monteiro, pela importância de Rs\$ 600\$000, totalizando a compra em nove alqueires (217.800 m<sup>2</sup>), no valor de Rs\$ 1.600\$000. O empréstimo para essa aquisição, considerando que o município ainda não tinha rendas, foi efetuado por Manoel Grácia. [...] As ruas 15 de novembro, Cel. Manoel Grácia, Cel. Emílio Batista Gomes, Liberdade, Operários, Cel. Sabóia, Cel. Pires e outras acham-se situadas na área adquirida inicialmente. (ORREDA, 1972, p. 34).

A partir dessa iniciativa, surgiu a primeira delimitação do ambiente urbano de Irati. As ruas foram estruturadas com todo o tipo de estrutura urbana possível para a época. Surgiram, então, as primeiras escolas, igrejas e atividades comerciais das mais variadas. Até hoje, boa parte dessas ruas são consideradas áreas nobres e estão inseridas na parte central da cidade, demonstrando visão de futuro por parte dos primeiros “planejadores” da área urbana de Irati.

As famílias de colonos que formaram o município de Irati tinham várias ascendências étnicas. Em Guamirim, várias famílias polonesas se fixaram na terra e começaram, em 1904, a organizar o pequeno distrito judiciário, voltado para as atividades agropecuárias de subsistência. Em 1908, chegaram a Gonçalves Júnior, os imigrantes holandeses, que foram os primeiros a povoar aquele distrito. Mais tarde (em 1909/1910), chegaram os poloneses e ucranianos, assim como os alemães. Já em Itapará, a colonização foi marcada pelas culturas polonesas e ucranianas (ORREDA, 1972).

Todas essas etnias compuseram a população de colonizadores do município de Irati, sendo que vários de seus descendentes ainda habitam o território iratiense. A sede do município, como era de se esperar, agregou várias comunidades, sendo uma combinação de todas essas etnias e mais algumas outras, como italianos, russos e portugueses.

Os imigrantes holandeses, alemães, poloneses e ucranianos, assim como os colonizadores italianos, construíram a história escrita e contada de Irati, precedidos por brasileiros, que penetraram mais para o interior e foram verdadeiros bandeirantes em uma terra pouco hospitaleira, que fazia muitos desistirem no meio do caminho.

Em recentes discussões sobre a elaboração do Plano Diretor do Município de Irati, várias lideranças locais defenderam a manutenção da rede ferroviária. Não somente pela importância econômica dos produtos transportados, mas também visando um melhor aproveitamento e revitalização das áreas marginais, com a implantação de áreas culturais e de lazer ao longo da ferrovia, além de uma linha exclusiva para passageiros, incluindo serviços de bordo com apresentações artísticas e destacando os aspectos turísticos, folclóricos e tradições da região. Essa ferrovia guarda lembranças culturais muito marcantes, pois, praticamente todos os imigrantes que chegaram a Irati, descendentes de etnias européias ou mesmo brasileiros de outras regiões do país, chegaram de trem. Por isso, a utilização dela para “contar” a história de Irati é uma idéia a ser considerada como relevante.

Em 1937, o quadro urbano de Irati já apresentava uma área de 41,44 hectares, ou 10.000 m<sup>2</sup>, com uma população de, aproximadamente, 4.000 habitantes. Na mesma época, 16.000 pessoas viviam no campo.

Essa realidade fez com que a cidade se desenvolvesse em torno dos estabelecimentos ligados à indústria madeireira e, mais tarde, de outras indústrias que não deixaram de se valer das facilidades de acesso e do convívio estreito com a malha urbana, com toda sorte de implicações tão bem conhecidas dos problemas da urbanização, principalmente os conflitos socioambientais. A falta de planejamento durante décadas de uso e ocupação sempre desordenado, com soluções paliativas, temporárias e parciais, comprometeram o desenho da cidade e sua evolução, enquanto assentamento humano. Apesar de existirem projetos de planejamento urbano, principalmente aquele chamado de “Posturas Municipais”, datado de 1907, quando Irati tornou-se município, a realidade urbana da cidade nunca foi devidamente avaliada, proporcionando prejuízos sociais, econômicos, políticos e ambientais, dos mais diversos (PREFEITURA MUNICIPAL DE IRATI, 2004).

Atualmente a área urbana de Irati apresenta uma complexidade bem distinta, em relação ao início do século XX, entretanto, a ferrovia, que corta largos espaços urbanos, continua ativa e é explorada mediante um contrato de arrendamento. Essa ferrovia ainda é um elemento estruturador da configuração da cidade, reforçada mais tarde por rodovias que,

em realidade, consagraram seu modelo de espalhamento e induziram seu atual padrão de uso e ocupação do solo.

Toda a área municipal de Irati é de aproximadamente 994,5 km<sup>2</sup>, onde 33,1 km<sup>2</sup> representa a área urbana oficial da sede do município, pois existem três distritos judiciários (Guamirim, Gonçalves Júnior e Itapará), que, normalmente, são considerados como pertencentes a área urbana. Inclusive, os censos utilizam este parâmetro para definição de população urbana e população rural, no entanto, suas áreas, para efeito deste trabalho, estão sendo consideradas como não urbanizadas, pois os levantamentos de dados foram feitos somente na sede do município. Destaca-se, então, que, aproximadamente 3,3% da área total do município, está sendo considerada como área urbana.

Irati possui uma população total de 54.151 habitantes, dos quais 77,9% residem na cidade (sede e distritos judiciários) e outros 22,1% na área rural. Esses dados permitem a avaliação de que a densidade populacional do município está em torno de 54,2 habitantes/km<sup>2</sup>, o que é uma taxa elevada, se comparada com a média nacional, que se encontra em torno de 22 habitantes/km<sup>2</sup>. Contudo, o que mais preocupa nessa avaliação é que a grande maioria da população (77,9%) que representa esta densidade, está localizada na área urbana do município, que equivale a pouco mais de 5% da área total (considerando as áreas dos distritos judiciários) - **Tabela 1**.

**Tabela 1** – Irati/PR – Dados demográficos

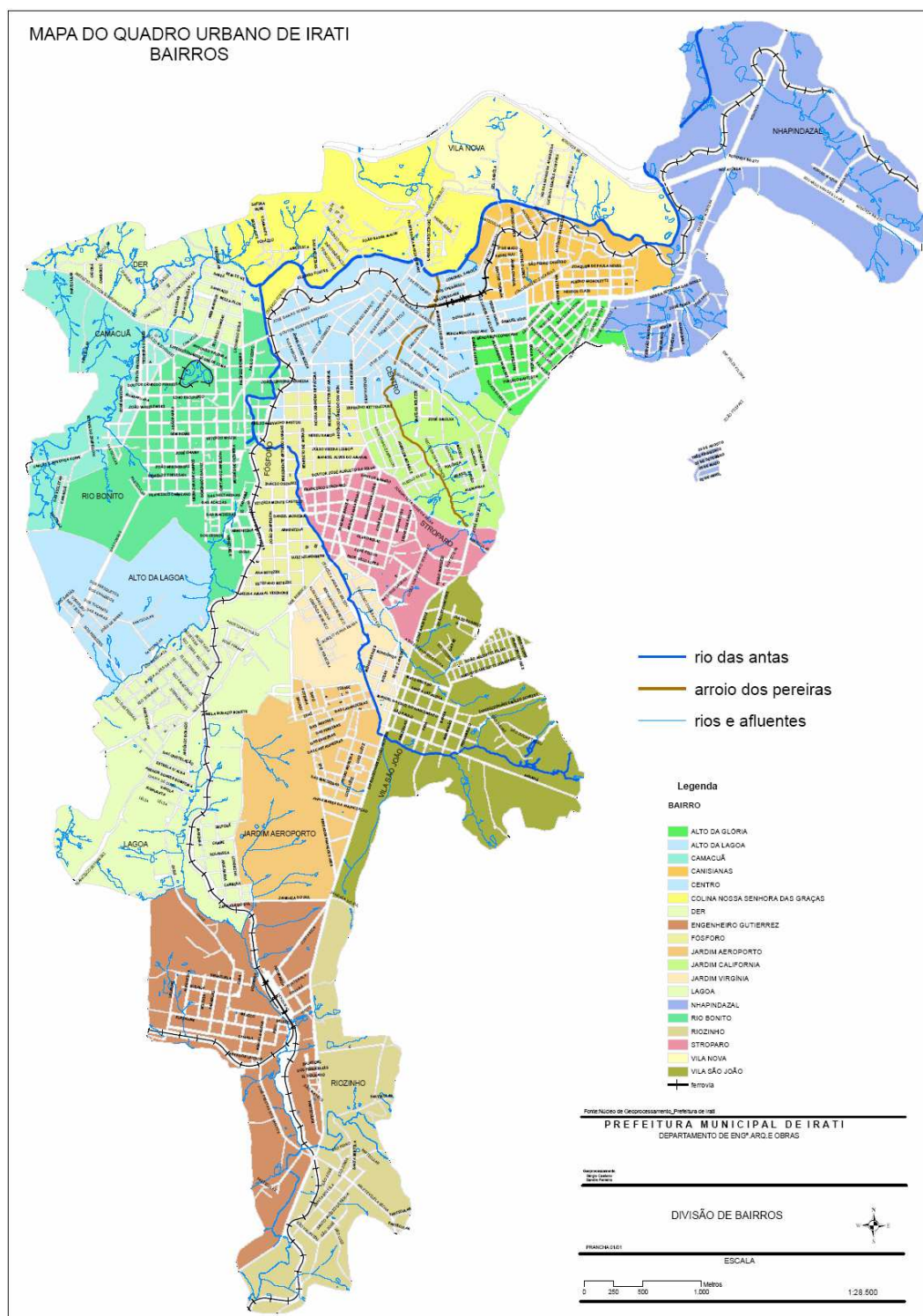
Total	População Oficial Censo 2007		População Estimada para 2009
	<b>54.151</b>		<b>56.483</b>
Urbana	42.195	77,92%	44.012
Rural	11.956	22,08%	12.471
Densidade demográfica	54,24 hab./km <sup>2</sup>		58,23 hab./km <sup>2</sup>
Taxa Média de Crescimento Anual: (1996-2000)			1,01%
Índice de Desenvolvimento Humano (IPARDES/2000)			0,743

**Fonte:** IBGE e IPARDES – organizado por Aparecido Ribeiro de Andrade

A taxa média de crescimento do município referente ao período de 1996 a 2000 é de 1,01%, representando um acréscimo na população municipal, entretanto o desdobramento desde dado indica que a população rural está diminuindo (-2,65), ao passo que a população urbana cresce (2,60). A diferença entre as duas taxas não reflete a taxa média encontrada, pois as metodologias utilizadas pelo IBGE, principalmente quanto a dados faltantes, impedem o cruzamento dos dados. Entretanto, a conclusão é que a população municipal cresce e este fenômeno cada vez mais se concentra na área urbana do município, principalmente na sede.

A **Figura 16** apresenta a atual divisão de bairros do perímetro urbano da cidade de Irati, onde é possível notar que existem vinte bairros distribuídos pela malha urbana da

cidade, e que todos eles possuem estruturas bem definidas, pelo menos no que consiste no arruamento e delimitação de lotes. Outro detalhe que merece destaque é o fato de a cidade possuir uma rede hidrográfica consistente, com um rio principal (rio das Antas) que corta quase todo o perímetro urbano, no sentido sul-norte. A rede ferroviária também apresenta a mesma orientação, mas de forma mais simétrica, pois passa por todo o perímetro urbano, demonstrando que a cidade se desenvolveu a partir e com ela.



**Fonte:** Prefeitura Municipal de Irati – Departamento de Engenharia, Arquitetura e Obras

**Figura 16:** Irati/PR - Perímetro Urbano com divisão setorial dos bairros e rede hidrográfica

Os bairros periféricos, em sua maioria, concentram áreas residenciais, com exceção do Jardim Aeroporto, onde está localizada a maioria das indústrias da cidade, com destaque para a Yazaki Autoparts do Brasil, fabricante de chicotes elétricos automotivos.

Nesse mesmo bairro, existem outras indústrias, que não apresentam produção e impacto na economia municipal tão forte quanto a Yazaki. Outra empresa que talvez esteja no mesmo porte da Yazaki é a Fósforo do Brasil, mas está localizada em outro bairro, mais próximo da área central (aliás, o bairro recebe o nome de Fósforo). Essa empresa tem a razão social denominada de Fobras Distribuidora de Produtos de Consumo Ltda, tendo como atividade a produção de palitos de fósforo para todo o Brasil e América do Sul.

Os ramos do Comércio e de Serviços, como em quase todas as cidades brasileiras, concentram-se no bairro central da cidade, apesar de existirem alguns focos incipientes de comércio, principalmente nos ramos de alimentação e vestuário, que se espalham pela cidade de forma aleatória.

**Quadro IV:** Irati/PR - Distribuição qualitativa do Produto Interno Bruto (PIB) – 2000

PIB <i>per capita</i>	R\$ 8.485,00
Valor adicionado no Serviço	R\$ 278.220,00
Valor adicionado na Indústria	R\$ 80.836,00
Valor adicionado na agropecuária	R\$ 57.163,00
Impostos sobre produtos líquidos de subsídios	R\$ 49.241,00
PIB a Preço de mercado corrente	R\$ 46.546,00

Fonte: IBGE, Diretoria de Pesquisas, Coordenação de Contas Nacionais

Apesar do município ter sua estruturação econômica bem diversificada e os dados censitários apontarem que o valor adicionado ao PIB *per capita* (R\$ 8.485,00) do município, está concentrado na área de serviços, seguido pela indústria, estes setores não apresentam uma capacidade de ocupação muito grande, pois a maioria da população iratiense se encontra trabalhando na área rural, no chamado primeiro setor, o que demonstra um certo atraso na evolução socioeconômica local (IPARDES, 2009).

Os dados apresentados nos **Quadros IV** e **V** corroboram essas conclusões, pois são dados oficiais que permitem avaliar as condições socioeconômicas do município de Irati. O **Quadro IV** apresenta a distribuição do PIB do município de Irati, de onde se conclui que o setor de serviço é o que alavanca a economia local, pois responde por quase 70% do valor adicionado, mas esse dado é estritamente econômico, pois sua função social é questionável.

O **Quadro V**, por sua vez, serve para uma avaliação mais qualitativa do processo de ocupação da mão-de-obra municipal, onde fica evidente que a imensa maioria da população empregada de Irati, desenvolve suas atividades no setor primário, representando sozinha

cerca de 28% da totalidade das vagas de emprego, o que é bem expressivo, uma vez que existem 14 categorias de opções de ocupação trabalhista avaliadas.

Diante de tal constatação, presume-se que as melhores condições socioeconômicas de Irati estejam vinculadas à atividade agropastoril, pois é neste setor de produção que os cidadãos iratienses conseguem ocupação e alimentam suas famílias, mesmo que a renda não seja igual ou sequer chegue perto dos setores da indústria e de serviços.

**Quadro V:** Irati/PR - População ocupada segundo as atividades econômicas – 2000

ATIVIDADES ECONÔMICAS	Nº DE PESSOAS
Agricultura, pecuária, silvicultura, exploração florestal e pesca	6.297
Comércio, reparação de veículos automotivos, objetos pessoais e domésticos	3.809
Indústria de transformação	3.392
Serviços domésticos	1.493
Construção	1.492
Educação	1.246
Administração pública, defesa e seguridade social	898
Intermediações financeiras, ativ. imobiliárias, aluguéis, serv. prestados a empresas	818
Transporte, armazenagem e comunicação	753
Saúde e serviços sociais	556
Outros serviços coletivos sociais e pessoais	538
Alojamento e alimentação	333
Atividades mal definidas	286
Indústria extrativa, distribuição de eletricidade, gás e água	94

FONTE: IBGE - Censo Demográfico - Resultados da amostra

Dessa forma, o **Quadro VI** serve para ilustrar qual das atividades dentro do ramo da agropecuária é mais significativa para a subsistência da população local. Infelizmente, não foi possível obter dados do ano de 2000, mas os dados de 1996 servem como parâmetro de comparação bem satisfatório, pois no decurso desse prazo, mesmo que algumas propriedades tenham sido negociadas e/ou incorporadas, sua representatividade na economia local não se alterou de forma significativa. A análise destas informações permite concluir que as atividades agropecuárias estão fortemente concentradas na lavoura temporária e, como a região não tem tradição de grande produtora de soja e trigo, esse indicativo leva à conclusão de que a maioria das lavouras está voltada para produtos destinados a atividades de subsistência, como é o caso do plantio de feijão, milho e fumo, além de tubérculos em geral, que utilizam mão-de-obra majoritariamente familiar.



**Quadro VI:** Irati/PR - Estabelecimentos agropecuários segundo as atividades econômicas – 1996

ATIVIDADES ECONÔMICAS	ESTABELECIMENTOS
Lavoura temporária	2.000
Produção mista	387
Pecuária	158
Horticultura	66
Lavoura permanente	38
Silvicultura e exploração florestal	35
Pesca e aquicultura	8

**Fonte:** IBGE - Censo Agropecuário

As atividades tipicamente urbanas estão, desta forma, em menor composição no quadro de ocupação e, apesar de serem mais significativas do ponto de vista do lucro, não conseguem criar postos de trabalho suficientes para suprir a demanda existente.

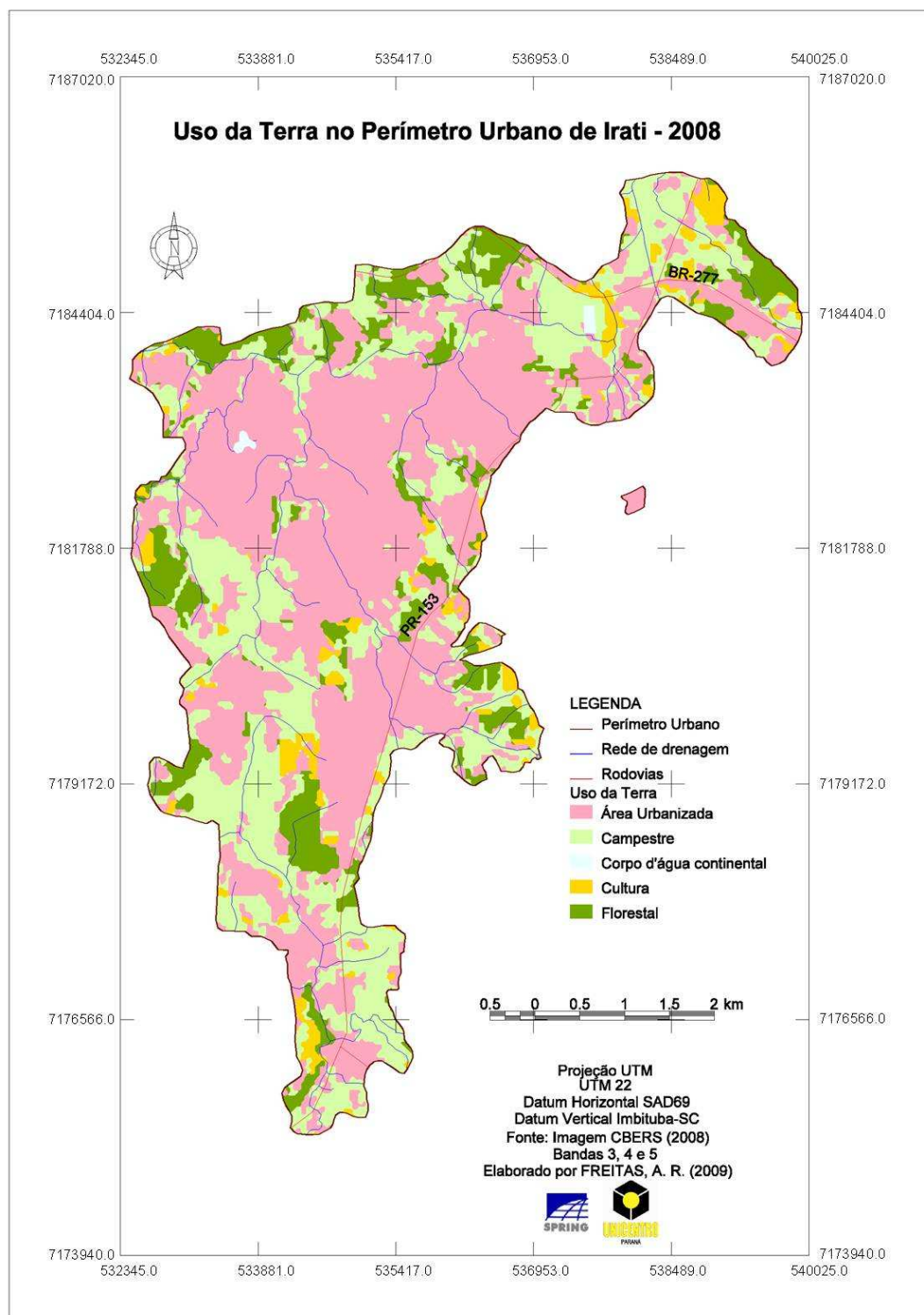
Ocorre ainda uma realidade antagônica nesse processo. Se a maioria da população reside na área urbana, principalmente na sua sede, como explicar que, por outro lado, a maioria dos postos de trabalho esteja na área rural? A explicação fenômeno está centrada na existência de vários trabalhadores residentes na cidade, que se deslocam diariamente para o “interior”, a fim de desempenhar atividades agropastoris, trabalhadores que nem sempre são proprietários das terras, mas, muitas vezes, são assalariados.

A dinâmica urbana de Irati apresenta esta fragilidade do ponto de vista socioeconômico, o que sugere a existência de uma população urbana, exigindo estrutura da cidade, mas que não desempenha suas atividades dentro do perímetro urbano e, muitas vezes, não participa ativamente do processo de tomada de decisão nos bairros onde reside, pois se preocupa mais com a fonte de sua alimentação, ou seja, o meio rural.

Com relação aos recursos naturais, o meio ambiente urbano de Irati também apresenta uma certa fragilidade, pois, como já foi visto nas Figura 6 e 7, o sítio urbano da sede está localizado em uma área com diversas orientações de suas vertentes, não sendo possível estabelecer um único padrão, fato vinculado à ondulação do relevo, que possui cotas altimétricas abaixo de 800 metros e outras próximas dos 1000 metros de altitude. Entretanto, esta análise é superficial e subjetiva, mesmo porque as Figuras 14 e 19 revelam que tais dificuldades não impediram a ocupação urbana da quase totalidade da área.

Objetivando uma avaliação mais esclarecedora, relacionada aos aspectos físicos da área urbana de Irati, é interessante analisar um aspecto cartográfico que pode propiciar conhecimento mais amplo deste ambiente e está ligado ao uso e ocupação do solo urbano (**Figura 17**).

Através de imagens de satélite LANDSAT e CBERS, FREITAS (2009), efetuou um comparativo das condições de uso e ocupação do solo para o perímetro urbano da cidade de Irati\*.



**Figura 17:** Irati/PR - Uso e Ocupação da Terra no Perímetro Urbano em 2008

\* O trabalho foi publicado parcialmente, pois a autora ainda está em fase de análise de outras variáveis, em virtude de sua pesquisa estar focada na identificação de áreas de conflitos ambientais na cidade. Contudo, gentilmente, cedeu a **Figura 17** para que fosse incorporada a este trabalho e ainda elaborou a **Figura 19**, a pedido do autor desta tese.

Por meio da composição das imagens de satélite, aliada a verificação de campo, foi possível identificar as principais classes de uso da terra: área urbanizada; campestre; corpo d'água continental; cultura; e florestal. A área urbanizada propriamente dita, se refere a loteamentos onde a estrutura urbana está totalmente consolidada, com edificações de residências, prédios, ruas, além de saneamento básico e serviços públicos em geral. A área campestre, apesar de estar dentro do perímetro urbano, representa áreas onde a estrutura urbana ainda é incipiente e os loteamentos estão em fase de implantação ou nem mesmo foram demarcados para construções, apesar de existirem várias ocupações irregulares nos locais.

O corpo d'água continental localizado na região noroeste da cidade refere-se à área de uma antiga olaria, onde a argila era explorada e que foi abandonada após a escassez deste recurso natural. Alguns anos depois, a prefeitura promoveu a construção de um “parque aquático” para fins de lazer da população local, onde ocorrem vários eventos oficiais e a população pode frequentar a qualquer momento.

A área de cultura representa pequenas propriedades dentro do perímetro urbano, que ainda preservam costumes rurais, ou seja, plantam para subsistência e criam alguns animais para ajuda no trabalho diário e até mesmo para o abate, visando à manutenção do consumo familiar. Já a área florestal refere-se a algumas áreas onde a urbanização ainda não foi feita, mesmo ocorrendo posses irregulares, a vegetação nativa é bem conservada e a mata de araucária ainda é proeminente, mesmo estando dentro da cidade.

Dessa forma, a visualização da **Figura 17** demonstra como estão distribuídas as classes de uso e ocupação do solo na área urbana de Irati em 2008, com estrutura condizente com a necessidade da população. Contudo, uma classificação mais criteriosa dessa realidade é demonstrada através dos componentes constantes na **Tabela 2**.

**Tabela 2:** – Irati/PR - Distribuição das classes de uso e ocupação da terra urbana em 2008

Classe	Área (ha)	%
Área urbanizada	1.437,46	46,33
Campestre	759,32	24,47
Corpo d'água continental	7,04	0,23
Cultura	101,06	3,26
Florestal	797,87	25,71
<b>Total</b>	<b>3.102,75</b>	<b>100</b>

Fonte: FREITAS (2009) – modificado

Percebe-se, então, que a cidade está em processo de evolução da sua área edificada, com 46,33% (quase metade) estando totalmente urbanizada.

Tal fato, do ponto de vista urbano propriamente dito, representa melhoria na estrutura da cidade, mas se for considerado o fato de que a área campestre e, principalmente, a área florestada, foram as que mais cederam espaço para novas edificações, seria interessante avaliar se o desmatamento que vem ocorrendo não está influenciando nas condições de acesso aos recursos naturais e de preservação do meio ambiente, pois várias dessas áreas florestadas são áreas de mananciais, responsáveis pelo fornecimento de água para a bacia hidrográfica do rio das Antas, um dos principais rios do município e o principal da cidade.

A cidade cresce e isso representa progresso, empregos e, sobretudo melhores condições de vida. Este é o pensamento predominante para qualquer cidadão, que percebe esta melhoria através do crescimento do número de residências e, em consequência, da melhoria nas condições de acesso a serviços públicos, tais como: água; luz; esgoto; asfaltamento; telefone; escolas; postos de saúde. Entretanto, a realidade normalmente não se restringe aos critérios socioeconômicos como padrão de qualidade de vida e as questões relacionadas à qualidade dos recursos naturais, colocando a água como um destes recursos fundamentais, também devem ser consideradas.

Santos (2005) demonstrou que o crescimento das cidades é extremamente complexo e não é possível vincular a expansão demográfica e conseqüentemente a necessidade de novas moradias a um único processo, mas, na maior parte das áreas urbanas do país, isso ocorre em virtude de uma demanda corporativa por atividades inerentes à função e funcionalidade das e nas cidades, em detrimento de outros aspectos como os socioambientais.

Através de todo o levantamento efetuado, foi possível definir que o meio ambiente urbano de Irati é bem heterogêneo, tanto do ponto de vista socioeconômico, como físico. As características socioeconômicas demonstram uma concentração das atividades industriais na área sudoeste do perímetro urbano e os serviços na área central. Contudo, essas atividades não são as maiores fornecedoras de empregos no município, apesar de agregarem mais valor ao PIB. Mesmo dentro da cidade, existem focos de atividades rurais ou até mesmo agrícolas, representados por mais de 3% de área com atividades típicas do campo, esta sim, a principal força motriz da ocupação humana do município.

O terreno, ou seja, a base física da cidade, possui limitações ao seu uso e explica, em parte, o fato de ter menos de 50% de seu perímetro totalmente urbanizado, mesmo após 101 anos de sua emancipação política. Os atributos físicos (orientação das vertentes, declividade, e altimetria) são importantes na definição de como e quando a cidade cresce, mesmo não sendo a única explicação para esta evolução. A estrutura urbana ainda está em processo de construção e as dificuldades encontradas, principalmente as relacionadas aos aspectos do sítio urbano, impedem um crescimento mais acelerado. Mesmo o pouco que ocorre, ainda recebe críticas ambientalistas, pois vastas áreas consideradas de preservação permanente estão sendo desflorestadas e nascentes de rios importantes para a cidade podem estar

sofrendo consequências irreparáveis, que, provavelmente, irão influenciar na qualidade dos recursos naturais disponíveis, principalmente a água.

### **3.3 Meio ambiente urbano de Guarapuava**

A região fisiográfica onde se localiza Guarapuava, denominada de Terceiro Planalto Paranaense, também é conhecida como Planalto de Guarapuava, com uma extensão de aproximadamente 46.000 km<sup>2</sup> (IPARDES, 2009).

O relevo da região de Guarapuava segue o padrão da realidade de todo o território paranaense, apresentando um desnível decrescente orientado de leste para oeste, constituído por uma sequência de degraus estruturais. Para além das escarpas da Serra Geral, denominada localmente Serra da Boa Esperança, existe uma paisagem predominantemente suave ondulada, indo para oeste, repercutindo, inclusive, na sua vegetação bastante variada, que delimita ecossistemas de ocorrência de Floresta Atlântica, Floresta de Araucárias e Campos Abertos, áreas com remanescentes florestais significativamente preservados. Considerando-se a realidade estadual e até nacional, tais aspectos tornaram Guarapuava um centro de interesse para as atividades mercantis voltadas para a exploração de recursos naturais (MAACK, 1981).

A economia colonial, centrada na exploração de riquezas naturais, dinamizou a ocupação do território nacional, fenômeno ocorrido na região de Guarapuava em larga extensão, principalmente através da instalação das fazendas de gado, que buscavam atender às demandas criadas pelas tropas de boiadeiros vindos do sul. Desta forma o desenvolvimento da pecuária neste território, segundo Ribeiro (1989, p. 20), “...atenderia a dois objetivos essenciais, o abastecimento das zonas mineradoras em gado para transporte e alimentação e a ocupação de vastas áreas campestres nativas, situadas em territórios potencialmente litigiosos, com pequeno efetivo populacional”.

Essa dinâmica de ocupação do espaço paranaense provocou a incorporação dos chamados “campos de Guarapuava” ainda no início do século XIX, propiciando a ocupação e fixação da população no território, fortemente incentivada pelas forças políticas nacionais e regionais, pois a região ocupava posição estratégica em relação a sua proximidade com fronteiras que ainda não estavam fortemente delimitadas. Tal processo culminou com a abertura do “Caminho das Missões”, em meados do século XIX, que permitiu à sociedade campeira, oriunda da organização do espaço no Segundo Planalto do Paraná, migrar para a região, pois descobriu-se que as pastagens nativas de Guarapuava eram de melhor qualidade do que aquelas dos campos gerais (SILVA, 1995).

No início da expansão urbana, o domínio da posse no meio rural e no urbano eram distintos. Ambos tinham obrigações atreladas a sua concessão, mas as cessões do solo urbano eram gratuitas e as “sesmarias” estavam sujeitas ao dízimo para a “Ordem de Cristo”; entretanto, os proprietários fundiários ou rurais, eram os maiores detentores de “lotes

urbanos” e, mesmo tendo sua moradia principal nas fazendas, possuíam grandes áreas dentro do perímetro urbano da cidade de Guarapuava, agregando poder de forma ilimitada.

A cidade passou a representar o centro das decisões locais e regionais, mesmo tendo poucos habitantes genuinamente urbanos, pois a maior parte da população residente dependia da produção agrícola, estando atrelada à lógica do sistema tradicional campeiro, fortemente relacionado à dinâmica da economia regional.

Em 1940, passados 121 anos da emancipação política de Guarapuava, o adensamento urbano se restringia a aproximadamente 3000 m<sup>2</sup>, portanto, uma área equivalente a menos de 1% da área total do atual perímetro urbano da cidade. Só para ilustrar o quanto o uso do solo urbano ainda era incipiente, Terres (2006) estudou o bairro de Vila Concórdia, com uma área de aproximadamente 7.305 m<sup>2</sup>. Tal levantamento indica que a estrutura urbana de Guarapuava teve uma evolução demasiadamente lenta, reflexo de uma cultura voltada para o desenvolvimento agropecuário, onde os proprietários rurais possuíam a maior parte dos “lotes” urbanos, mas não construíam suas moradias neles, pois preferiam morar nas fazendas, local onde seus empregados também residiam, por ser mais próximo do serviço.

Esse processo lento na evolução urbana de Guarapuava, é representado através dos **Quadros VII e VIII**. Nota-se que, na década de 1940, a área urbanizada oficial e não necessariamente a utilizada, era de 728.170 m<sup>2</sup>, com uma população urbana de 5.759 habitantes. Mesmo que os dados não sejam satisfatórios para comparação, pois como foi visto na Figura 21, a área edificada, com estrutura urbana de fato, não representa a mesma área registrada nos cartórios, a evolução do processo de urbanização pode ser analisada.

**Quadro VII: Guarapuava/PR - Evolução da área loteada (m<sup>2</sup>) – 1940 a 1990**

Década	Área em m <sup>2</sup>
1940	728.170
1950	1.259.567
1960	4.448.071
1970	5.519.527
1980	6.062.198
1990	30.749.500

Fonte: SILVA (1995) – a partir de dados dos Cartórios de Registro de Imóveis do 1º, 2º e 3º Ofícios de Guarapuava.

Somente na década de 1980 é que a população urbana passou a ser maior do que a população rural e a cidade chegou a 6.062.198 m<sup>2</sup> de área urbanizada. Mesmo assim, ainda não chega a 10% do total do perímetro urbano atual e, somente em 1990 é que atinge um percentual próximo dos 50%, o que significa que Guarapuava demorou aproximadamente

180 anos para estruturar metade da área destinada à moradia urbana, ressaltando, ainda, que esse total equivale a menos de 3% da área total município.

**Quadro VIII:** Guarapuava/PR - Dinâmica Demográfica do Município

<b>Ano</b>	<b>População Total</b>	<b>População Rural</b>	<b>População Urbana</b>
1940	96.235	90.476	5.759
1950	67.436	61.947	5.489
1960	96.947	80.585	16.362
1970	110.903	67.639	43.264
1980	158.585	68.636	89.951
1991	159.573	52.551	107.022

Fonte: SILVA (1995) – a partir de dados dos Censos Demográficos de 1940, 1950, 1960, 1970, 1980 e 1990, do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

Segundo dados do último censo populacional realizado pelo IBGE, considerado como contagem da população, Guarapuava atingiu, em 2007, o total de 164.567 habitantes, sendo que 91,3% destes residem na área urbana e somente 14.317 estão na área rural, perfazendo uma densidade demográfica média de 51,79 hab./km<sup>2</sup> para o município (**Tabela 3**).

**Tabela 3:** Guarapuava/PR – dados demográficos

Total	População Oficial		População Estimada
	Censo 2007		para 2009
	<b>164.567</b>		<b>172.728</b>
Urbana	150.250	91,3%	157.700
Rural	14.317	8,7%	15.028
Densidade demográfica	51,79 hab./km <sup>2</sup>		54,36 hab./km <sup>2</sup>
Taxa Média de Crescimento Anual: (1996-2000)	2,60(U) -2,65(R)		1,53%
Índice de Desenvolvimento Humano (IPARDES/2000)			0,773

Fonte: IBGE e IPARDES – organizado por Aparecido Ribeiro de Andrade

É importante salientar que os dados do IBGE e do IPARDES podem induzir o pesquisador ao erro, pois os levantamentos efetuados consideram os distritos judiciários como área urbanizada; por isso, a área “urbana” destes distritos deveria ser incorporada aos dados, para se ter uma realidade precisa do adensamento urbano na sede municipal. Esses dados não foram disponibilizados e avaliados neste estudo.

O município de Guarapuava, como um todo, foi marcado por uma intensa exploração de seus recursos naturais, que conduziram à colonização da região e intensificaram a permanência da população local na área rural, pois era lá que se situavam as formas de sobrevivência, não fazendo sentido a permanência dos habitantes no perímetro urbano.

Várias fazendas e distritos judiciários (colônias) de imigrantes, até um determinado momento histórico, detinham a maior taxa de urbanização do município.

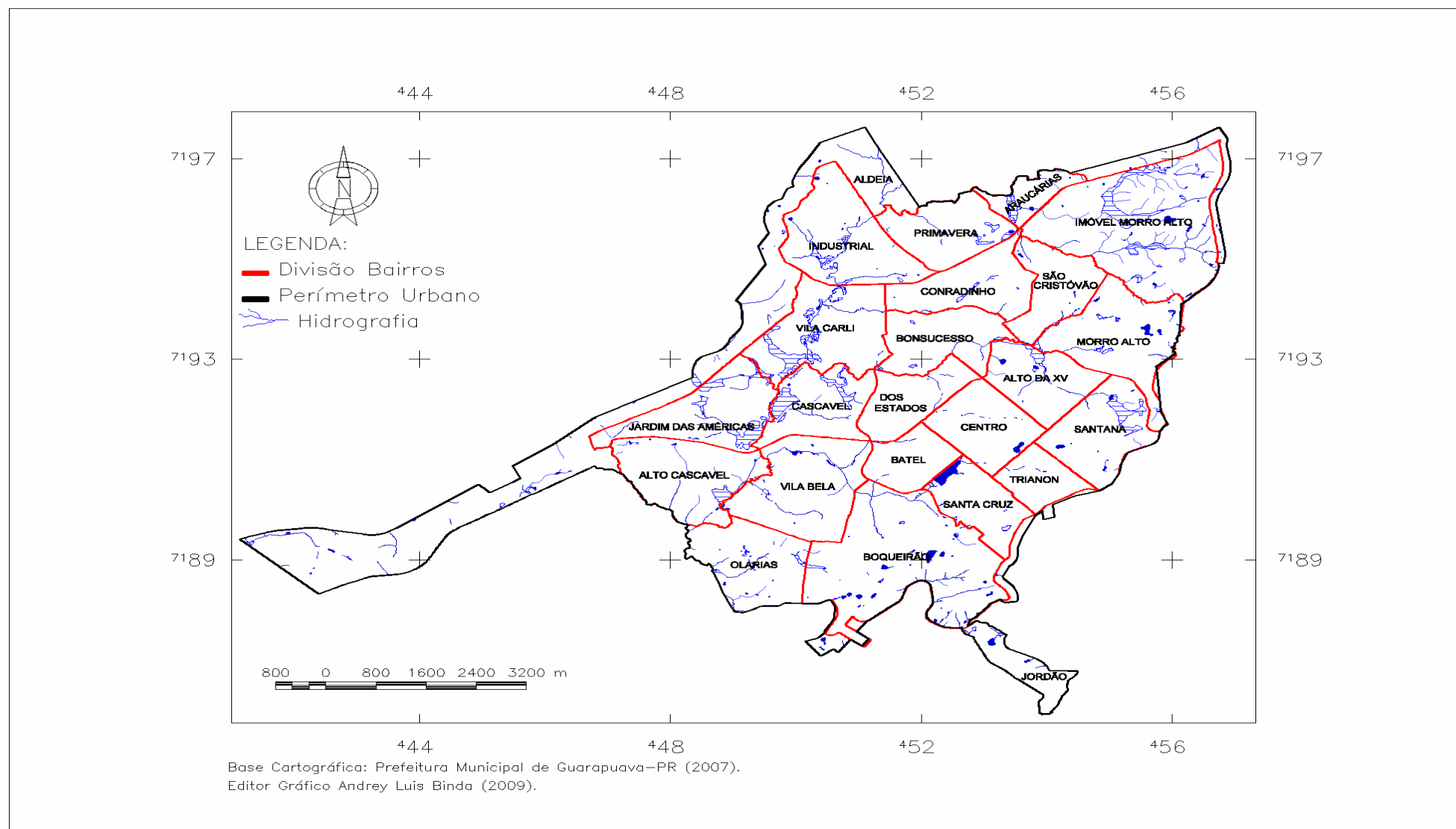
Essa situação foi conveniente enquanto o setor primário da economia mantinha sua hegemonia política (econômica e administrativa), controlando toda a dinâmica socioespacial, tanto local como regional. Os donos de grandes latifúndios destinados à exploração da madeira, erva-mate e pecuária, principalmente, eram os mandatários do município, aliados ao poder central da Igreja. Essa realidade mudou, principalmente a partir da década de 1970, com a decadência da oligarquia rural, não só na região, mas em todo o Brasil.

A **Figura 18** demonstra, de forma esquemática, a atual distribuição dos bairros na cidade de Guarapuava e permite avaliar o progresso na evolução da estrutura urbana, representada por bairros dotados de infraestrutura mínima para os habitantes locais.

Na atual divisão do perímetro urbano da cidade de Guarapuava existem 24 bairros distribuídos pela malha urbana da cidade, e todos eles possuem estruturas bem definidas, o que consiste no arruamento e delimitação de lotes. A cidade possui uma rede hidrográfica consistente, com um rio principal (Rio Cascavel) cortando a parte oeste da cidade, no sentido norte-sul. A rede ferroviária também corta o perímetro urbano, passando pelos bairros Santa Cruz, Batel, Cascavel e Vila Carli, no sentido sudeste-noroeste, demonstrando que a cidade se desenvolveu próxima à ferrovia, mas não se limitou às suas margens.

Os bairros periféricos da parte sul e leste da cidade concentram áreas residenciais, enquanto os localizados na parte norte e oeste tiveram um desenvolvimento das atividades industriais de forma mais marcante. No extremo norte do perímetro urbano, nos bairros Primavera, Industrial e São Cristóvão, está localizado o polo industrial, com várias empresas do setor madeireiro e agropecuário, tendo como principais empresas a Agrícola Cantelli, especializada na compra, armazenamento e transporte de produtos agrícolas, principalmente a soja produzida na região. Do mesmo porte, outra empresa que se destaca é a GVA – Indústria e Comércio de Madeiras, responsável pela compra e transporte de madeira oriunda das plantações de pinus, além de outras espécies legalizadas e passíveis de comércio na região.





**Figura 18:** Guarapuava/PR - Perímetro Urbano com divisão setorial dos bairros e rede hidrográfica

Os ramos do Comércio e de Serviços concentram-se no bairro central da cidade, apesar de existirem alguns focos de comércio, principalmente nos ramos de alimentação e vestuário, que se espalham pela cidade de forma aleatória. Esses focos são atividades econômicas emergentes que estão evoluindo, principalmente nas áreas próximas de centros educacionais de ensino médio e superior. Deve-se destacar que a cidade tem uma universidade pública e outras cinco privadas, que agregam valor de consumo ao comércio local.

O **Quadro IX** apresenta a estrutura econômica de Guarapuava, possibilitando a análise de que o valor adicionado ao PIB *per capita* (R\$ 11.299,00) do município está concentrado na área de serviços, seguido pela indústria. Esses setores apresentam uma capacidade de ocupação muito grande, pois a maioria da população de Guarapuava está trabalhando na área urbana, principalmente nos setores secundário e terciário, o que demonstra uma certa maturidade na evolução socioeconômica local (IPARDES, 2009). Os dados apresentados nos Quadros VI e VII corroboram essas conclusões, pois são dados oficiais que permitem avaliar as condições socioeconômicas do município de Guarapuava. O Quadro IX apresenta a distribuição do PIB do município, de onde se conclui que o setor do comércio é o que alavanca a economia local, pois responde por mais de 70% do valor adicionado.

**Quadro IX:** Guarapuava/PR - Distribuição qualitativa do Produto Interno Bruto (PIB) – 2006

PIB per capita	R\$ 11.299,00
Valor adicionado no Serviço	R\$ 1.230.727,00
Valor adicionado na Indústria	R\$ 361.819,00
Valor adicionado na Agropecuária	R\$ 104.462,00
PIB a Preço de mercado corrente	R\$ 1.909.615,00

**Fonte:** IBGE e IPARDES

O **Quadro X**, por sua vez, serve para uma avaliação mais qualitativa do processo de ocupação da mão-de-obra municipal, onde fica evidente que a imensa maioria da população empregada de Guarapuava, desenvolve suas atividades no setor secundário, pois os ramos do comércio, associado à indústria, representa cerca de 37% da totalidade das vagas de emprego, o que é bem expressivo, uma vez que existem quatorze categorias de opções de ocupação trabalhista avaliadas.

Diante de tal constatação, presume-se que a maior fonte de estabilidade socioeconômica de Guarapuava esteja vinculada à atividade de Comércio e Indústria, pois é nesses setores de produção que os cidadãos guarapuavanos conseguem ocupação e alimentam suas famílias, mesmo que a renda não seja bem distribuída e que essas atividades

ainda sejam bem dependentes das riquezas naturais, ou seja, tanto a indústria como o comércio local, ainda são muito dependentes do setor agropastoril.

**Quadro X:** – Guarapuava/PR - População ocupada segundo as atividades econômicas – 2000

ATIVIDADES ECONÔMICAS	Nº DE PESSOAS
Comércio, reparação de veículos automotivos, objetos pessoais e domésticos	12.324
Indústria de transformação	9.986
Agricultura, pecuária, silvicultura, exploração florestal e pesca	7.356
Serviços domésticos	5.346
Construção	5.263
Educação	3.537
Transporte, armazenagem e comunicação	3.724
Intermediações financeiras, ativ. imobiliárias, aluguéis, serv. prestados a empresas	3.066
Administração pública, defesa e seguridade social	2.847
Alojamento e alimentação	2.104
Outros serviços coletivos sociais e pessoais	2.059
Saúde e serviços sociais	1.719
Indústria extrativa, distribuição de eletricidade, gás e água	407
Atividades mal definidas	374

**Fonte:** IBGE - Censo Demográfico - Resultados da amostra

Dessa forma, mesmo que as principais atividades econômicas de Guarapuava estejam vinculadas ao setor secundário (comércio e indústria), é interessante avaliar as atividades dentro do ramo da agropecuária, pois a matéria-prima oriunda deste setor ainda é a força-motriz das atividades urbanas. Da mesma forma que Irati, os anos utilizados para comparação entre a população ocupada e área de ocupação, foram 2000 e 1996, servindo como parâmetro satisfatório para explicar a realidade socioeconômica local. A análise destas informações permite concluir que as atividades agropecuárias estão fortemente concentradas na lavoura temporária e, como o município não tem tradição de grande produtora de soja e trigo, esta lavoura temporária está voltada, quase que exclusivamente para produtos destinados a atividades de subsistência, como é o caso do plantio de feijão, milho e tubérculos em geral, que utilizam mão-de-obra majoritariamente familiar (IPARDES, 2009).

A única origem de lavouras temporárias, como a soja, está no limite com os municípios de Candói e Laranjeiras do Sul, mas a área de plantio é pouco representativa em relação ao município como um todo. Contudo, é importante frisar que a soja, em virtude do alto valor

agregado em *commodities* representa uma boa parcela do rendimento agrícola do município, ficando em segundo lugar e perde apenas para o milho, (outra lavoura temporária) na quantidade produzida, mas estando em primeiro lugar em valores.

**Quadro XI:** Guarapuava/PR - Estabelecimentos agropecuários segundo as atividades econômicas - 1996

ATIVIDADES ECONÔMICAS	ESTABELECIMENTOS
Lavoura temporária	1.777
Pecuária	828
Produção mista	685
Silvicultura e exploração florestal	215
Lavoura permanente	52
Horticultura	35
Pesca e aquicultura	7
Produção de Carvão Vegetal	2

**Fonte:** IBGE - Censo Agropecuário

As atividades tipicamente urbanas estão, assim, em maior composição no quadro de ocupação, sendo mais significativas do ponto de vista do lucro e criando postos de trabalho suficientes para suprir a demanda existente. Essas características permitem deduzir que Guarapuava sofreu, recentemente, uma rápida evolução urbana, pelo menos no tocante aos aspectos socioeconômicos, pois, até meados de 1970, o município não tinha praticamente nenhuma atividade industrial e seu comércio era incipiente.

Em menos de trinta anos, dos quase duzentos anos de formação da cidade, a maioria da população passou a residir na área urbana, principalmente na sua sede, alicerçando as atividades econômicas dentro do perímetro urbano, mesmo que ainda demonstrando uma certa dependência das atividades agropecuárias.

Contudo, a dinâmica urbana de Guarapuava ainda apresenta uma fragilidade do ponto de vista socioeconômico, pois no ano de 2000 existiam mais de 10.000 pessoas, economicamente ativas, desempregadas (IBGE, 2000), vivendo em condições de miserabilidade absoluta, aumentando o contingente de pedintes e subempregados, principalmente os oriundos do meio rural, sem nenhuma qualificação profissional que possibilitasse sua inserção no mercado de trabalho da cidade.

Com relação aos recursos naturais, o meio ambiente urbano de Guarapuava também apresenta fragilidade, pois, como já foi visto nas Figura 4 e 5, o sítio urbano da sede está localizado em uma área com diversas orientações de suas vertentes, não sendo possível

estabelecer um único padrão, fato vinculado à ondulação do relevo, que possui cotas altimétricas abaixo de 990 metros e outras próximas dos 1200 metros de altitude.

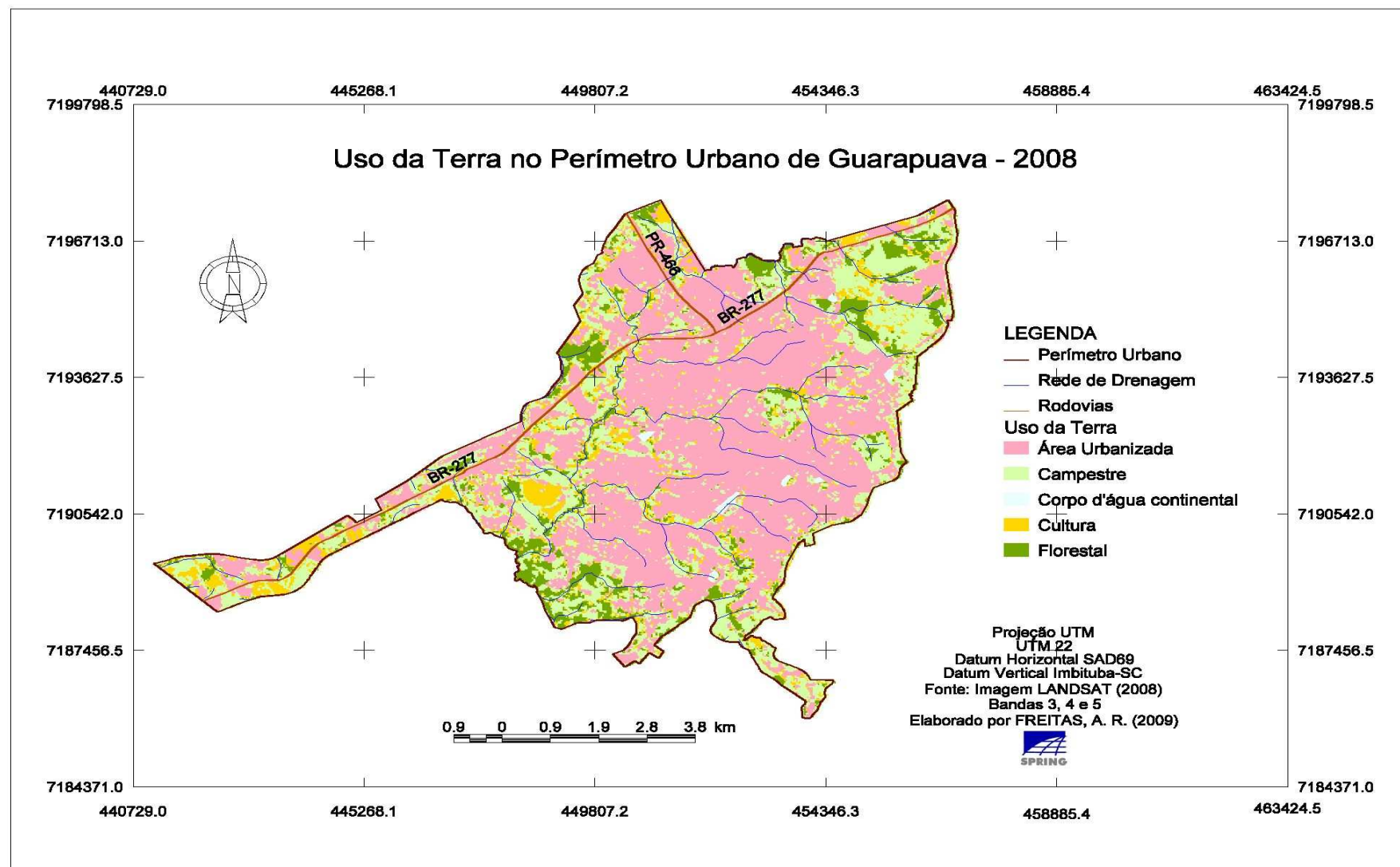
Objetivando uma avaliação mais criteriosa relacionada aos aspectos físicos da área urbana de Guarapuava, a **Figura 19** possibilitou identificar as principais classes de uso da terra: área urbanizada, campestre, corpo d'água continental, cultura e florestal. A área urbanizada, propriamente dita, refere-se a loteamentos onde a estrutura urbana está totalmente consolidada, com edificações de residências, prédios, ruas, além de saneamento básico e serviços públicos em geral.

A área campestre, apesar de estar dentro do perímetro urbano, representa áreas onde a estrutura urbana ainda é incipiente e os loteamentos estão em fase de implantação ou nem mesmo foram demarcados para construções, apesar de existirem várias ocupações irregulares nos locais.

Os corpos d'água continentais referem-se a áreas de lago ou lagoa, próximas à região central da cidade, que foram transformadas em área de lazer, com estrutura que possibilita caminhadas e exercícios físicos dos mais diversos, além de serem locais de encontro de amigos e familiares para horas de descontração e descanso.

A área de cultura representa pequenas propriedades dentro do perímetro urbano, que ainda preservam costumes rurais, ou seja, plantam para subsistência e criam alguns animais para ajuda no trabalho diário e até mesmo para o abate, visando à manutenção do consumo familiar.

Já a área florestal refere-se a algumas partes onde a urbanização ainda não foi feita, mesmo ocorrendo posses irregulares; a vegetação nativa é bem conservada e a mata de araucária ainda é proeminente, embora se situe dentro da cidade.



**Figura 19:** Guarapuava/PR - Uso e Ocupação da Terra no Perímetro Urbano em 2008

A visualização da **Figura 19** é elucidativa, mas não demonstra claramente a distribuição quantitativa na urbanização da cidade, apesar de indicar a diminuição das áreas de florestas, principalmente na região mais ao Sul do perímetro urbano e às margens do rio Cascavel, principal rio da área urbana. Da mesma forma, as áreas de cultura e campestres apresentam algumas modificações perceptíveis, mas é na visualização dos valores absolutos, obtidos através desta figura, que é possível fazer uma análise mais criteriosa (**Tabela 4**).

**Tabela 4:** Guarapuava/PR - Distribuição das classes de uso e ocupação da terra urbana em 2008.

Classe	Área (ha)	%
Área urbanizada	3.441,56	50,72
Campestre	1.879,92	27,70
Corpo d'água continental	26,74	0,39
Cultura	862,17	12,71
Florestal	575,42	8,48
<b>Total</b>	<b>6.785,81</b>	<b>100</b>

Fonte: FREITAS (2009) - modificado

A área urbanizada é de 3.441,56 hectares em 2008, realidade que ocorreu com a diminuição das áreas campestres, de cultura e florestal, destacando que a primeira foi a que mais diminuiu desde sua fundação, mas a transferência destas perdas não foi totalmente incorporada pela urbanização. Esta, apesar de ter crescido consideravelmente, foi a área com águas continentais que cresceu mais expressivamente\*, acontecimento que está associado à construção do Parque do Lago, uma estrutura na região central da cidade, que era considerada área degradada de fundo de vale. Essa área era uma região alagada, com a ocorrência de vegetação rasteira e pouco florestada, que impedia o uso urbano, pois provocava desconforto por sua poluição visual, principalmente, mas também poluição hídrica e do ar.

Após inúmeros projetos de revitalização dessa área, a prefeitura local conseguiu aprovar um projeto e construiu um parque de lazer, tendo represado a água de vários riachos e fontes que cercam a região, daí o aumento significativo na área de águas continentais.

Desta forma, conclui-se que a cidade está em processo de evolução da sua área edificada, tendo apenas 50,72% de seu perímetro totalmente urbanizado. A afirmação de que o processo ainda está ocorrendo parte da premissa que metade do perímetro urbano legal ocupado não deve ser considerada estágio de estagnação para o crescimento da cidade.

\* Toda a área pertencente ao Parque do Lago (localizada na parte central da cidade) era considerada campestre até o ano de 2000. Foi a partir de 2001, com a implementação do parque (164.139,56 m<sup>2</sup>), que passou a ser considerada Corpo d'água Continental.

Mesmo que não tenham sido comparados períodos específicos, os dados apresentados permitem identificar que a estrutura urbana de Guarapuava só teve um impulso mais vigoroso, a partir dos últimos cinquenta anos.

Tal crescimento, apesar de representar melhoria na estrutura da cidade, necessita uma avaliação mais crítica, que considere o fato de a área campestre e, principalmente, a área florestada, serem as que mais cederam espaço para novas edificações. Seria interessante identificar se o desmatamento que vem ocorrendo não está influenciando nas condições de acesso aos recursos naturais. Esta afirmação está amparada na perspectiva de que várias dessas áreas florestadas, são áreas de mananciais, responsáveis pelo fornecimento de água para a bacia hidrográfica do rio Cascavel, um dos principais rios do município e o principal da cidade.

Assim como várias cidades da região, Guarapuava cresce, apesar de tardiamente, pois esse crescimento se intensificou a pouco mais de quarenta anos, o que é um dado negativo, visto que o município caminha para completar duzentos anos de emancipação. Contudo, esse processo lento e demorado não é prerrogativa de Guarapuava e vem ocorrendo em várias cidades que sofreram com o atraso na industrialização e na modernização dos meios de produção como um todo. O problema agora não está mais no crescimento da cidade, mas sim na forma como esse crescimento ocorre.

Essa evolução propicia melhoria nas condições de acesso a serviços públicos, tais como: água, luz, esgoto, asfaltamento, telefone, escolas, postos de saúde. Entretanto, a realidade, normalmente, não se restringe aos critérios socioeconômicos como padrão de qualidade de vida; as questões relacionadas à qualidade dos recursos naturais, colocando a água e ar como componentes essenciais à qualidade vida, devem ser consideradas e, quanto mais adensada for a estrutura urbana de uma cidade, piores serão as condições destes recursos. Por isso, o planejamento integrado das questões relacionadas ao crescimento urbano e a devida conservação dos recursos naturais deve ser enfatizado, podendo ser estudado e implementado por planejadores do ambiente urbano.

Através dos levantamentos efetuados, foi possível definir que o meio ambiente urbano de Guarapuava é relativamente homogêneo, não apresentando grande descontinuidade na rugosidade do terreno e que os tipos de uso do solo demonstram um equilíbrio entre as classes, com o predomínio da taxa de urbanização, o que é positivo, pelo menos do ponto de vista socioeconômico.

As características socioeconômicas demonstram uma concentração das atividades industriais nas áreas norte e noroeste do perímetro urbano e o comércio e serviços na área central, que são as maiores fornecedoras de empregos no município e agregam mais valor ao PIB. Dentro da cidade, ainda existem focos de atividades rurais ou até mesmo agrícolas, representados por mais de 12% de área com atividades típicas do campo, indicando uma



ascendência agrícola ainda presente no comportamento sociocultural da população, mesmo que essa não seja mais a principal atividade exercida pela mão-de-obra local.

O terreno, ou seja, a base física da cidade, possui limitações ao seu uso, o que influencia no fato de ter menos de 50% de seu perímetro totalmente urbanizado, mesmo após 190 anos de sua emancipação política. A evolução da estrutura urbana ainda está ocorrendo, mas as dificuldades encontradas, principalmente as relacionadas aos aspectos do sítio urbano, colaboram para um crescimento mais lento e, mesmo o pouco que ocorre, ainda recebe críticas ambientalistas, pois vastas áreas consideradas de preservação permanente estão sendo desflorestadas e nascentes de rios importantes para a cidade podem estar sofrendo consequências irreparáveis, que, provavelmente, irão influenciar na qualidade dos recursos naturais disponíveis, principalmente a água.

Essas áreas de preservação permanente não estão vinculadas à declividade do terreno, pois esse parâmetro físico demonstrou que as taxas de declividade não impedem o uso do solo, mas sim a enorme quantidade de córregos, riachos, lagos, lagoas e nascentes que existem dentro do perímetro urbano.

Novamente a teoria de Santos (2005) deve ser considerada como possível explicação para os fenômenos da urbanização, pois, mesmo que os contornos do sítio urbano possam influenciar a evolução da estrutura, função e funcionalidade urbana, a demanda corporativa inerente ao fato urbano não pode ser descartada.

### **3.4 As características regionais e o tipo de clima associado**

Ao descrever as características dos dois municípios (Irati e Guarapuava), vários aspectos regionais foram abordados, principalmente os vinculados à dinâmica social, econômica e cultural. Alguns elementos e atributos do meio físico também foram evidenciados, com destaque para a tipologia climática proposta pelo IAPAR (CAVIGLIONE, 2000), abordando-se também, as características do relevo escarpado e da consequente diferenciação altimétrica regional.

Contudo, para que os objetivos da presente tese sejam plenamente alcançados, é importante ressaltar melhor as especificidades regionais inerentes ao Centro-sul paranaense, na divisa entre o segundo e o terceiro planalto, recorte espacial definido como objeto deste estudo. Apesar de Irati e Guarapuava não fazerem parte da mesma região administrativa, segundo os critérios de zoneamento oficial, para efeito do presente estudo os dois municípios foram considerados como integrantes da mesma região de abrangência, chamada aqui de Centro-sul.

No que concerne ao aspecto cultural, toda a região Centro-Sul do estado do Paraná abrigou, há mais ou menos um século, imigrantes de diversas partes do mundo, principalmente de países europeus, como, por exemplo, Alemanha, Holanda, Itália, Polônia e

Ucrânia. Esses imigrantes europeus, juntamente com a comunidade indígena local e os imigrantes de outras regiões do Brasil, colonizaram a região e definiram suas relações sociais e culturais. Em decorrência do grande número de etnias que se instalaram nesta região, ela apresenta uma diversidade cultural e linguística bastante significativa. Ainda são preservados elementos culturais trazidos pelos imigrantes que, de certa forma, compõem as identidades dos seus descendentes.

Essa característica étnica dos habitantes da região definiu a tendência ao desenvolvimento de atividades socioeconômicas voltadas para a agropecuária. Assim, os agricultores da região, em sua maioria de origem européia, se organizaram e passaram a sobreviver enquanto comunidades tradicionais, utilizando metodologias próprias para classificar seus solos.

Essas metodologias utilizam a terminologia que tipifica os solos em função da facilidade de manejo, uso de máquinas agrícolas, cor, encrostamento superficial, taxas de infiltração de água e grau de permeabilidade. Apesar desse conhecimento das populações rurais geralmente ser deixado à margem, sua importância não foi abandonada e sua valorização vem sendo resgatada. Cerca de 70% dos solos utilizados pelos agricultores familiares são Cambissolos e Neossolos, que ainda não foram caracterizados detalhadamente em termos físicos, químicos e morfológicos, mas que são importantes do ponto de vista econômico por produzirem alimentos da cesta básica do brasileiro, como feijão, milho, cebola, repolho, batata, entre outros (GUERREIRO, 1994).

Esses tipos de solos são, em sua maioria, rasos e pouco desenvolvidos, influenciados pela estrutura geológica cristalina e pelo predomínio de um regime climático subtropical/temperado, que propiciam um lento processo de intemperização e formação de solos e limitam os tipos de cultivo a serem implantados.

Toda a região de estudo, assim como de certa forma o Estado do Paraná, passou por diversos períodos de atividades econômicas, voltadas para a exploração dos recursos naturais existentes em suas terras, para atender a uma demanda externa, dependendo do interesse do mercado em cada fase. Essa realidade está vinculada a diferentes momentos da formação do espaço regional, em que a atividade campeira e o tropeirismo, seguidos do ciclo da erva-mate, mostravam a relação da sociedade residente com a natureza, que era uma relação de dependência, sem interesse econômico para o mercado capitalista.

Quanto às condições socioeconômicas atuais, a região centro-sul do Paraná apresenta alguns dos piores índices do Paraná. O IDH-m dos municípios que compõem a região está entre os menores do Estado. A população residente na área rural está entre as mais elevadas do Paraná, evidenciando falta de acesso a recursos e tecnologias mais qualificados, típicos de áreas urbanas bem estruturadas (educação, saúde e segurança, por exemplo). O índice de mortalidade infantil é o maior de todo o Paraná. O índice de desemprego entre a população

economicamente ativa está entre os piores da realidade paranaense. O acesso a saneamento básico é um dado contraditório, pois existe água potável para quase a totalidade da população, embora o tratamento de esgoto ainda seja precário (IPARDES, 2003).

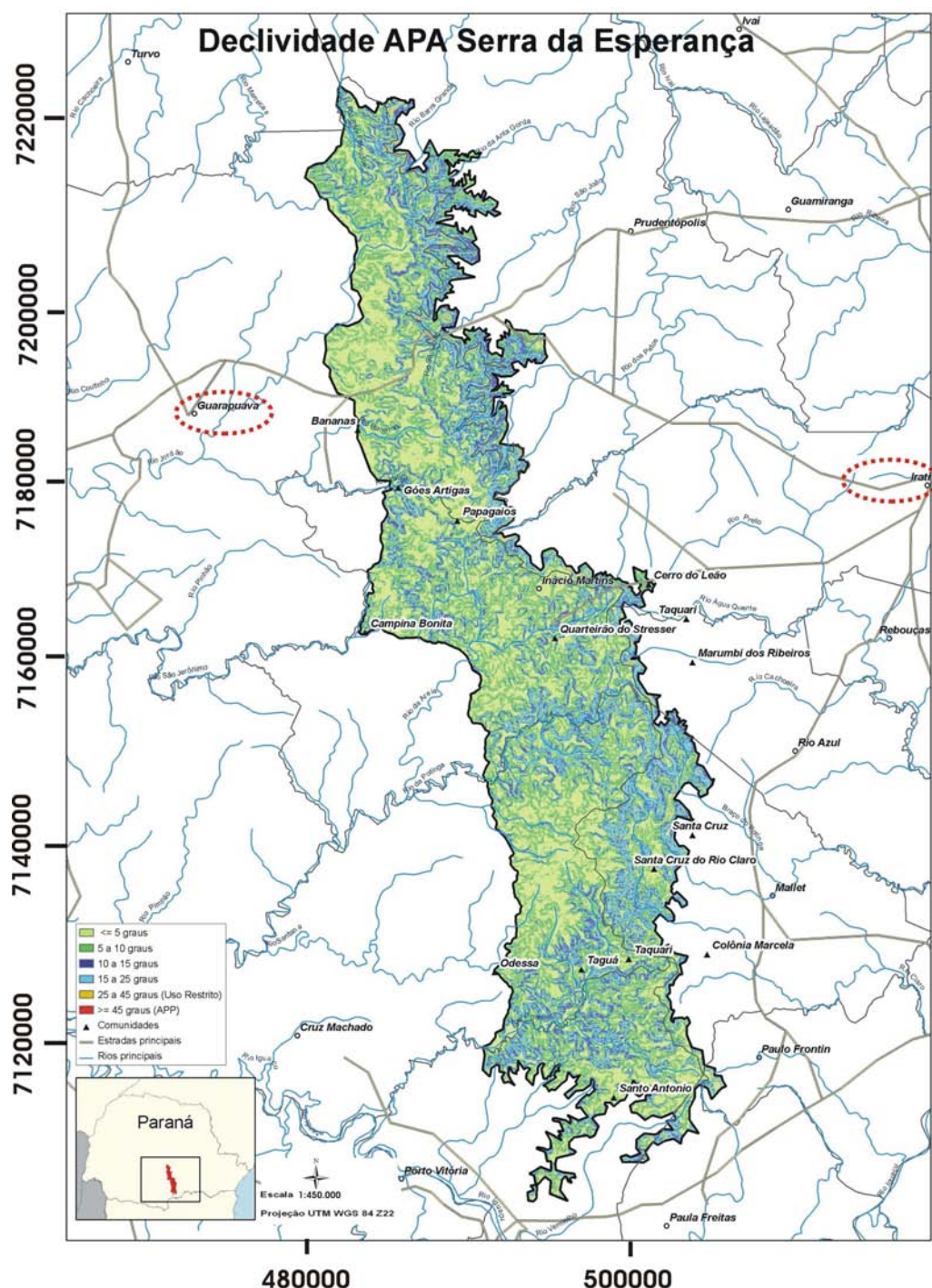
Os dados apresentados indicam que a condição socioeconômica da região de estudo está bem abaixo do nível ideal de qualidade de vida, entretanto, as relações socioambientais existentes ainda são difíceis de serem avaliadas, pois são poucos os levantamentos efetuados que propiciam tal investigação.

A escarpa da Serra da Esperança possui algumas características peculiares que são importantes definidoras do relevo regional, principalmente por marcarem o limite entre o Segundo Planalto e o Terceiro Planalto Paranaense. Ao longo da escarpa é possível identificar as deposições da formação Botucatu sobreposta à formação Pirambóia, sendo estas recobertas pelos derrames basálticos da Formação Serra Geral. Ocorrem também algumas formações isoladas, constituídas por mesetas e morros testemunhos das camadas Gondwanicas, como o Morro do Chapéu. A escarpa é uma Área de Proteção Ambiental – APA, criada através da Lei Estadual nº 9.905, de 27 de janeiro de 1992, abrangendo os municípios de Guarapuava, Prudentópolis, Inácio Martins, Cruz Machado, União da Vitória, Mallet, Rio Azul, Paula Freitas, Paulo Frontin e Irati, com uma área total de 206.555,82 há (IAP, 2009).

As condições geomorfológicas próprias da APA da Esperança e seus índices de declividade diferenciados definem uma peculiaridade única para a área de estudo. Os dois municípios estão separados por essa feição geomorfológica conhecida como relevo de *cuesta* e para as características regionais, principalmente aquelas referentes aos recursos naturais, este é um acontecimento importante. A localização da Serra da Esperança define a forma de uso e ocupação do solo para todos os municípios circunvizinhos, senão pelos índices de declividade e pela estrutura do solo, pelo menos com relação a legislação ambiental, que limita a exploração da APA da Esperança (**Figura 20**).

A diferenciação altimétrica existente na região é considerável, pois a rugosidade do relevo é bastante acentuada, principalmente no limite da escarpa da Esperança, que apresenta altitudes em torno de 760 metros no sopé da escarpa e chegando até próximo dos 1200 metros no reverso da mesma. Essa diferenciação altimétrica, inclusive, foi um dos princípios norteadores desta pesquisa.

Contudo, como já visto através da **Figura 15**, a definição do clima regional, segundo Caviglione (2000), fica restrito a dois tipos climáticos (Cfb e Cfa), onde a ocorrência da diferenciação altimétrica não é notória, pois a descrição e o mapa apresentado estão numa escala muito genérica (todo o Estado do Paraná), o que torna difícil identificar a exata localização de diferentes quotas de altitude.



Fonte: IAP (2009) – adaptado

**Figura 20:** APA da Serra da Esperança – Localização e declividade

Entretanto, é possível deduzir pela visualização da **Figura 15**, a separação do clima do tipo Cfb (a oeste da escarpa) do clima Cfa (a leste da escarpa), mesmo que numa estreita faixa de domínio territorial.

Buscando identificar uma possível tipologia climática para a região de estudo, mas não desprezando a classificação oficial, é importante apresentar os dados climatológicos que servem de base para a referida classificação (**Quadros XII e XIII**). Esses dados são

monitorados e organizados pelo IAPAR, sendo que o embasamento desta explanação está totalmente vinculado à classificação climática efetuada por essa instituição.

**Quadro XII – Guarapuava/PR - Dados climáticos sistematizados pelo IAPAR**

EST.: Guarapuava / COD.: 02551010 / LAT.: 25°21'S / LONG.: 51°30'W / ALT.: 1058m															PERÍODO: 1976 - 2009	
	TEMPERATURA DO AR (°C)							U.REL	VENTO		PRECIPITAÇÃO (mm)				EVAPO-RAÇÃO	INSO-LAÇÃO
MÊS	média	média máxima	média mínima	máxima absol.	ano	mínima absol.	ano	média (%)	direção pred.	veloc. (m/s)	total	máxima 24h	ano	dias de chuva	total (mm)	total (horas)
JAN	20,8	26,7	16,7	32,0	vrs	9,0	1994	79	E	2,9	201,2	94,4	1990	16	74,7	198,6
FEV	20,6	26,6	16,6	33,6	1984	7,8	1990	81	NE	2,6	162,0	88,0	1995	15	63,1	179,5
MAR	19,8	26,1	15,7	33,0	2005	1,0	1976	80	E	2,7	143,3	69,0	1999	13	72,6	206,2
ABR	17,4	23,9	13,3	30,6	1986	-1,8	1999	80	NE	2,7	147,4	119,8	1998	10	64,0	193,5
MAI	14,1	20,7	9,9	28,8	81/97	-3,2	2007	81	NE	2,6	168,5	165,2	1992	11	57,8	189,0
JUN	13,0	19,6	8,8	25,6	vrs	-6,8	1978	80	NE	2,6	135,2	78,8	1984	10	54,5	174,8
JUL	12,8	19,6	8,4	27,4	1995	-6,0	2000	78	NE	3,0	129,9	140,6	1983	10	67,8	200,1
AGO	14,4	21,5	9,6	31,0	1994	-4,6	1999	72	NE	3,0	92,6	73,0	1984	8	87,6	213,4
SET	15,4	21,9	10,8	32,8	1988	-4,4	2006	74	E	3,4	174,4	110,8	1983	11	82,7	178,3
OUT	17,7	24,1	13,2	32,6	2006	0,8	1982	76	E	3,3	209,8	96,0	1997	13	82,6	192,7
NOV	19,1	25,6	14,4	36,0	1985	3,6	1976	74	E	3,2	168,5	95,0	1984	12	87,3	202,7
DEZ	20,3	26,3	15,8	33,4	1985	5,8	2008	76	E	2,9	190,1	81,2	1976	14	85,9	208,3
ANO	17,1	23,5	12,8					77,5			1923			145	881	2337

Fonte: IAPAR (2009). Disponível em [http://www.iapar.br/arquivos/Image/monitoramento/Medias\\_Historicas/Guarapuava.htm](http://www.iapar.br/arquivos/Image/monitoramento/Medias_Historicas/Guarapuava.htm) Acesso em 20 de março de 2010 as 22h00min.

**Quadro XIII – Fernandes Pinheiro/PR - Dados climáticos sistematizados pelo IAPAR**

EST.: Fernandes Pinheiro / COD.: 02550025 / LAT.: 25°27'S / LONG.: 50°35'W / ALT.: 893m															PERÍODO: 1963 - 2009	
	TEMPERATURA DO AR (°C)							U.REL	VENTO		PRECIPITAÇÃO (mm)				EVAPO-RAÇÃO	INSO-LAÇÃO
MÊS	média	média máxima	média mínima	máxima absol.	ano	mínima absol.	ano	média (%)	direção pred.	veloc. (m/s)	total	máxima 24h	ano	dias de chuva	total (mm)	total (horas)
JAN	21,2	27,4	16,7	35,6	2006	8,8	1965	81	-	-	179,1	145,5	1995	16	67,8	169,7
FEV	21,1	27,4	16,9	33,8	64/75	8,8	1987	82	-	-	144,6	87,0	1989	14	55,1	160,2
MAR	20,2	26,6	16,0	35,5	2005	4,2	1976	82	-	-	136,2	119,4	1983	12	59,1	171,5
ABR	17,8	24,1	13,5	32,1	2007	0,1	1971	82	-	-	99,2	105,0	1973	9	51,3	160,3
MAI	14,8	21,0	10,3	29,1	1966	-0,8	79/07	83	-	-	122,8	134,6	1987	10	46,6	158,6
JUN	13,4	19,8	8,9	27,5	70/00	-4,5	1967	83	-	-	115,8	101,7	1991	10	43,8	147,6
JUL	13,2	19,8	8,4	28,2	2006	-5,7	1975	81	-	-	110,6	112,6	1965	9	52,2	163,3
AGO	14,7	21,7	9,5	32,2	1994	-2,9	1991	77	-	-	79,9	69,8	1990	8	67,9	175,4
SET	15,8	22,2	11,0	33,6	1988	-2,5	1972	78	-	-	146,8	114,4	1979	11	64,3	145,7
OUT	17,8	24,2	13,1	33,3	1987	2,6	1965	79	-	-	166,5	85,2	1965	13	64,5	158,9
NOV	19,4	26,0	14,4	36,6	1985	3,0	1970	77	-	-	129,0	91,8	2002	12	73,6	178,6
DEZ	20,5	27,0	15,7	34,0	2006	5,5	1971	79	-	-	155,2	145,6	1986	14	72,6	165,1
ANO	17,5	23,9	12,9					80,3	-	-	1586			137	719	1955

Fonte: IAPAR (2009). Disponível em [http://www.iapar.br/arquivos/Image/monitoramento/Medias\\_Historicas/Fernandes\\_Pinheiro.htm](http://www.iapar.br/arquivos/Image/monitoramento/Medias_Historicas/Fernandes_Pinheiro.htm) Acesso em 20 de março de 2010 as 22h00min.

Embora os **quadros XII e XIII** tenham o único objetivo de apresentar os dados utilizados pelo IAPAR e que foram base (até o ano de 2000) para a carta climática do Estado do Paraná representada na **Figura 15**, é conveniente comparar os dados das duas estações.

Guarapuava e Fernandes Pinheiro são as estações da rede de monitoramento disponível que representam a área objeto deste estudo, por isso seus dados podem ser utilizados eficientemente para a discussão inerente às características climáticas regionais.

A discussão minuciosa dos dados apresentados não é estritamente necessária, por isso convém se ater aos dados de interesse do presente estudo, no caso, a temperatura do ar (média, mínima e máxima) e a umidade relativa do ar (média), além da precipitação pluvial, que também foi abordada, mesmo que genericamente.

A temperatura média anual para Guarapuava é de 17,1 °C, enquanto para Fernandes Pinheiro é de 17,5 °C. Estas informações evidenciam que Fernandes Pinheiro, na média, é ligeiramente mais quente que Guarapuava, e, para a identificação do clima regional, é possível concluir que a temperatura média anual varia de 17,1 a 17,5 °C.

Com relação à média das temperaturas máximas, novamente Fernandes Pinheiro (23,9 °C) apresenta temperaturas um pouco mais elevadas que Guarapuava (23,5 °C), intervalo no qual estaria a média das máximas temperaturas para a região de estudo.

A média das temperaturas mínimas tem uma menor variação entre as duas estações, mas, novamente, Fernandes Pinheiro (12,9 °C) é ligeiramente mais quente que Guarapuava (12,8 °C). Portanto, a classificação para a região, como um todo, estaria nesse intervalo.

A umidade relativa do ar obedece à mesma lógica da temperatura, de diferenciação evidente entre as estações climatológicas, definindo que Guarapuava é mais frio e seco (77,5%) do que Fernandes Pinheiro (80,3%). Esse elemento do clima varia, para a região, de 77,5% a 80,3%.

A precipitação pluvial também é informação importante para o presente estudo, principalmente pelo fato de ter sido analisada através de dados secundários. Desta forma, percebe-se nos **Quadros XII e XIII**, que esse elemento do clima apresenta intensidade e frequência significativamente maior em Guarapuava (1923mm em 145 dias). Já em Fernandes Pinheiro, os dados informam que a pluviometria é inferior (1586mm em 137 dias).

A conclusão obtida através desses dados é de que existe uma diferenciação climática entre as duas estações, possível de ser notada, mas, na classificação oficial, os dados das duas estações são utilizados para definir uma única tipologia climática (Cfb), mesmo que haja uma pequena faixa pertencente ao clima Cfa separando os dois municípios.

Essa classificação não está equivocada, pois o intervalo ou diferenciação existente nos dados das duas estações são pequenos, com exceção da pluviosidade, o que se torna

irrelevante na identificação de um determinado tipo de clima, mas, para o interesse do presente estudo, é importante frisar que o relevo (Serra da Esperança) separa as duas estações, fato que pode explicar a pequena diferença existente entre os monitoramentos sistemáticos.

Outra constatação é que a umidade relativa do ar em Guarapuava é menor (77,5%), mas sua pluviosidade média é maior (1923mm) em relação a Irati (80,3% e 1586mm, respectivamente), o que define uma relação inversa da pluviometria com a taxa de umidade relativa. Essa dinâmica se explica pelo maior tempo de insolação média anual (2337 horas) em Guarapuava e, por consequência, uma maior evaporação também (881mm). Dessa forma, mesmo que Guarapuava seja ligeiramente mais fria e tenha uma quantidade maior de chuva, as horas de insolação e a evaporação influenciam na diminuição da taxa de umidade relativa do ar, em comparação com Irati, em que a precipitação média é de 1586mm e a evaporação é de 719mm.

### **3.5 A marcha diária dos tipos de tempo – ritmo diário**

É importante salientar que, se o espaço pode ser consumido por agentes sociais desiguais, a produção dos mesmos também se dará de forma desigual. Essa concepção é de fundamental importância para a análise geográfica do clima, uma vez que os efeitos ou as ocorrências dos tipos de tempo desencadeados sobre os mais variados espaços, provocarão repercussões desiguais obedecendo, quase que sempre, às próprias organizações espaciais dos grupos sociais.

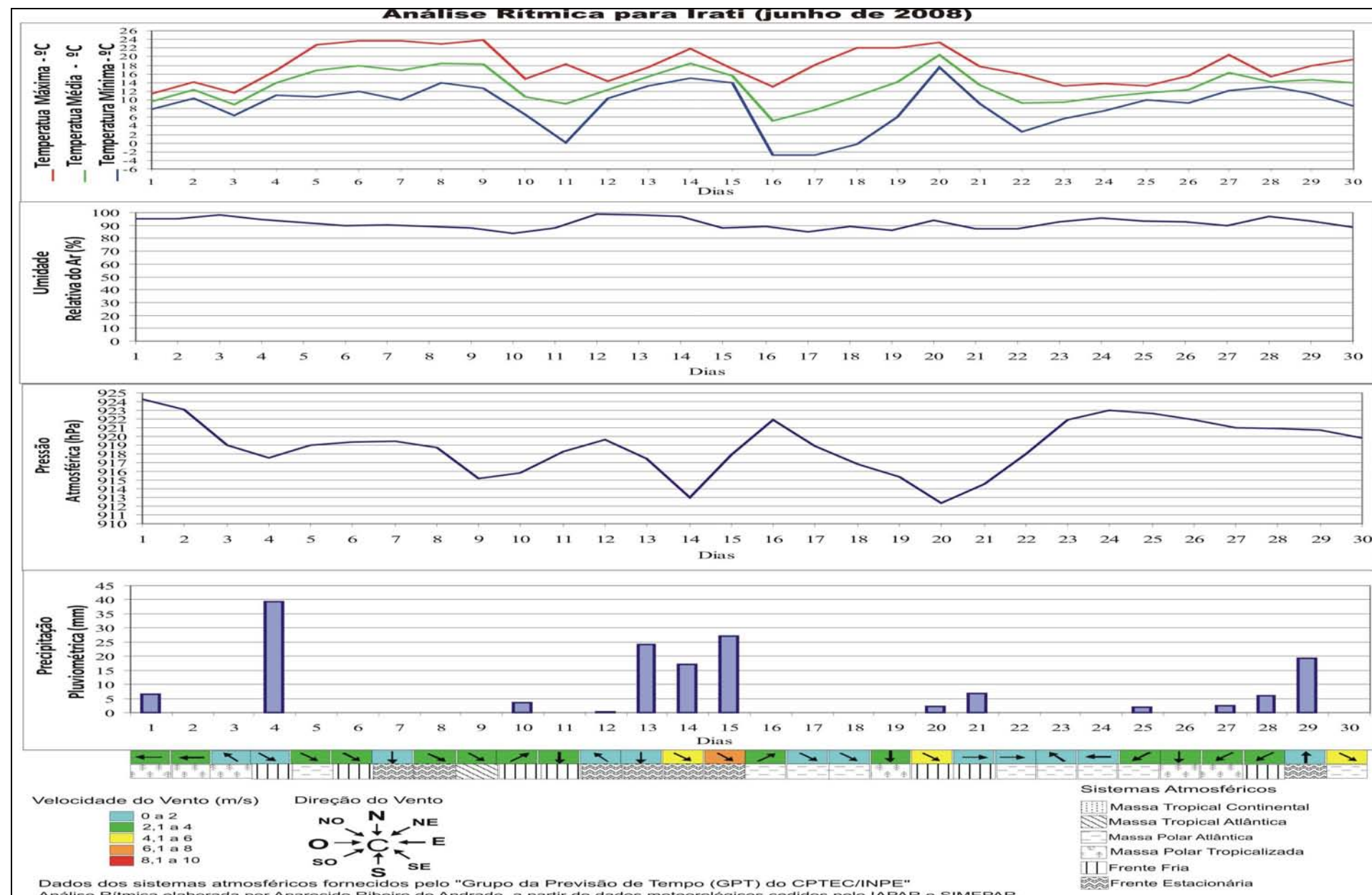
No âmbito da Climatologia e das técnicas que subsidiaram esta pesquisa, destaca-se a visão geográfica de clima, desenvolvida por Sorre (1951) e aperfeiçoada por Monteiro (1971) que introduz o conceito de “gênese e ritmo” como expressão da sucessão habitual dos estados atmosféricos, numa abordagem dinâmica.

Buscando elucidar um possível ritmo climático para o inverno de 2008 na área de estudo (Irati e Guarapuava), foram elaboradas análises rítmicas para os dois municípios, por meio de dados secundários cedidos pelo IAPAR, CPTEC/INPE, INMET e SIMEPAR. A estruturação dessas análises foi efetuada a partir da metodologia proposta por Monteiro (1971) e largamente difundida nas pesquisas inerentes à climatologia geográfica nacional.

#### **3.5.1 Análise rítmica dos tipos de tempo - Irati**

A avaliação da **Figura 21** permite identificar que nos primeiros dias do mês de junho de 2008, Irati apresentava tempo estável com temperaturas amenas em torno de 10 °C; por sua vez, a pressão atmosférica estava elevada (924 hPa) e a umidade relativa do ar próxima dos 90%, com ventos do quadrante leste com pouca pluviosidade (choveu 5mm no dia 1º e nos dois dias seguintes não houve precipitação). Essas condições ocorreram após a passagem da Massa Polar Atlântica (mPa), que já estava tropicalizada, embora o tempo permanecesse estável.





**Figura 21:** Irati/PR – Elementos do clima (tipos de tempo) - inverno de 2008.



No dia 3, as temperaturas caíram, voltando a se elevarem no dia 4, quando houve uma queda abrupta da pressão atmosférica e a velocidade dos ventos foi bem fraca, soprando do quadrante norte, porém, em virtude da atuação de uma frente fria sobre toda a região, teve ocorrência de chuva, característica da ação de um sistema frontal, que passou dos 35mm no dia 4.

No período de 5 a 10 de junho ocorreram quedas na pressão atmosférica e as temperaturas voltaram a se elevar, os ventos continuaram soprando levemente do quadrante norte e depois da passagem de uma Frente Fria, seguida pela Massa Polar Atlântica, instalou-se uma Frente Estacionária, ocasionando aumento considerável na temperatura, que chegou a mais de 23°C.

No dia 10 de junho, as temperaturas sofreram um leve decréscimo em virtude de uma nova Frente Fria que passou pela região, ocasionando pequena quantidade de precipitação (4mm). No dia 11, a temperatura caiu mais ainda, pois a Frente Fria estava agindo de forma mais concentrada na região. Nesses dois dias, o vento continuava soprando de forma bem moderada (2 a 4 m/s). No dia 10, soprava do quadrante sul, e no dia 11, estava vindo do quadrante norte.

A partir do dia 12, passou a ocorrer a influência de uma Frente Estacionária, que perdurou até o dia 15. Nesse período, a velocidade do vento aumentou consideravelmente (até 8 m/s) e houve chuvas intensas em quase todos os dias. A direção predominante dos ventos ficou inconstante, às vezes vindo do quadrante norte, às vezes vindo do quadrante sul.

Do dia 16 até o dia 19, o tempo ficou estável novamente, com a ação da Massa Polar Atlântica. Não ocorreu precipitação, os ventos continuaram se alternando entre o quadrante norte e o sul e com velocidades mais moderadas (em torno de 2 m/s). As temperaturas diminuíram abruptamente no dia 16, mas voltaram a se elevar nos dias seguintes, culminando com a tropicalização da mPa no dia 20. Ocorreram pancadas de chuva nos dias 20 e 21, quando passou a atuar uma Frente Estacionária. Os ventos sopravam do quadrante oeste e aumentaram um pouco sua velocidade (chegando a 6 m/s).

Do dia 22 a 25, a mPa passou a influenciar as condições de tempo da região, provocando nova estabilidade das condições meteorológicas (baixa temperatura e tempo bom). Os ventos sopravam do quadrante leste e sul com pouca velocidade.

No dia 26, a mPa tropicalizou-se e as temperaturas voltaram a se elevar, culminando com a ocorrência de chuvas constantes até o dia 29. Os ventos sopravam do quadrante norte com pouca intensidade e, somente no dia 29, é que passou a soprar do quadrante sul, quando estava ocorrendo a ação de uma Frente Estacionária.

No dia 30, a mPa voltou a agir sobre a região, por isso as temperaturas baixaram e o tempo ficou estável. Os ventos aumentaram sua intensidade (em torno de 6 m/s), e sopravam de noroeste.

A análise geral do ritmo climático diário de Irati permite deduzir que a variabilidade diária do tempo na área do município está fortemente vinculada à dinâmica atmosférica, pois o padrão da temperatura, da umidade do ar e da pressão atmosférica, além da probabilidade de ocorrência de chuvas, se altera com a mudança das condições sinóticas. A variação da temperatura, principalmente, está vinculada à ocorrência de frentes frias, que normalmente são prenúncios do avanço da mPa, que provoca tempo bom, mas com temperaturas baixas.

O único elemento meteorológico que não apresenta muita relação com o padrão geral verificado, é o vento, pois sua direção e velocidade nem sempre variam de acordo com as alternâncias dos sistemas atmosféricos. Fato explicado em virtude das condições de relevo local, pois a estação meteorológica oficial está localizada dentro do perímetro urbano da cidade, onde existe uma variação expressiva na declividade e na hipsometria do terreno, causando interferências locais na dinâmica do vento.

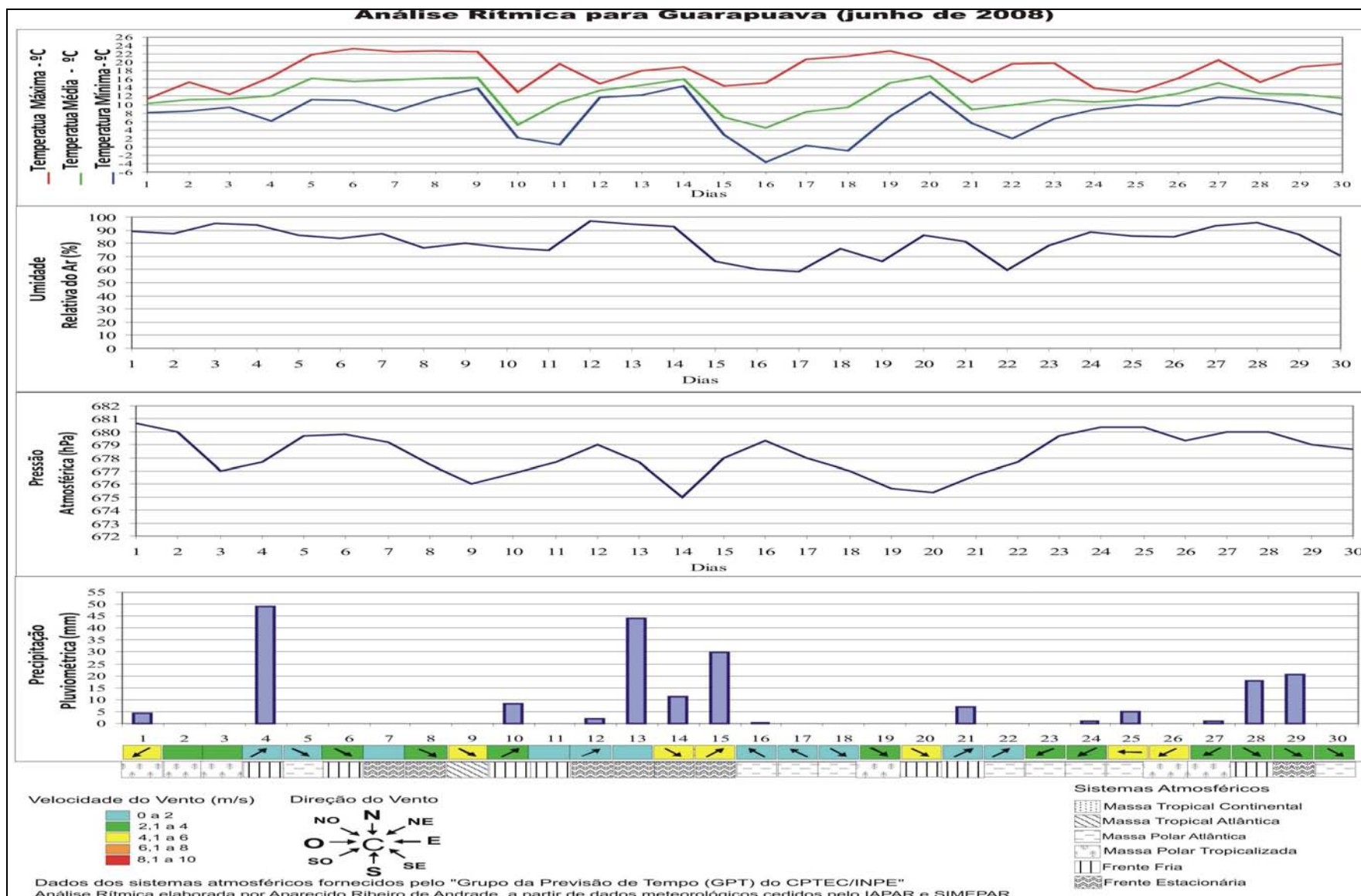
### 3.5.2 Análise rítmica dos tipos de tempo – Guarapuava

A avaliação da **Figura 22** permite identificar que nos primeiros dias do mês de junho de 2008, Guarapuava apresentava tempo bom com temperaturas amenas em torno de 10 °C; por sua vez, a pressão atmosférica estava elevada (681 hPa) e a umidade relativa do ar próxima dos 90%, com ventos do quadrante leste e norte, com pouca pluviosidade (choveu 4mm no dia 1º e nos dois dias seguintes não houve precipitação). Essas condições ocorreram após a passagem da Massa Polar Atlântica (mPa), que já estava tropicalizada.

No dia 3, as temperaturas caíram e a pressão diminuiu abruptamente, voltando a se elevarem no dia 4, assim como a temperatura. A velocidade dos ventos diminuiu e eles passaram a soprar do quadrante sul, mas, em virtude da atuação de uma frente fria sobre toda a região, teve ocorrência de chuva, que passou dos 35mm no dia 4, característica da ação de um sistema frontal.

No período de 5 a 10 de junho ocorreram quedas na pressão atmosférica e as temperaturas voltaram a se elevar, os ventos sopravam levemente do quadrante norte; somente no dia 9 foi sua intensidade subiu um pouco (em torno de 6m/s) e, depois da passagem de uma Frente Fria seguida pela Massa Polar Atlântica, instalou-se uma Frente Estacionária, ocasionando aumento na temperatura, que chegou a mais de 23 °C.

No dia 10 de junho, as temperaturas sofreram um decréscimo em virtude de uma nova Frente Fria que passou pela região, ocasionando pequena quantidade de precipitação (4mm). No dia 11, a temperatura caiu mais ainda, pois a Frente Fria estava agindo de forma mais concentrada na região. Nesses dois dias, o vento continuava soprando de forma bem moderada (2 a 4 m/s). No dia 10, soprava do quadrante sul, e no dia 11 estava vindo do quadrante norte.



**Figura 22:** Guarapuava/PR – Elementos do clima (tipos de tempo) - junho de 2008

A partir do dia 12, passou a ocorrer a influência de uma Frente Estacionária, que perdurou até o dia 15. Nesse período, a velocidade do vento aumentou consideravelmente (até 8 m/s) e houve chuvas intensas em quase todos os dias. A direção predominante dos ventos ficou inconstante, às vezes vindo do quadrante norte, às vezes vindo do quadrante sul.

Do dia 16 até o dia 20, o tempo ficou estável novamente, com a ação da Massa Polar Atlântica. Não ocorreu precipitação, os ventos continuaram se alternando entre o quadrante norte e o sul e com velocidades mais moderadas (em torno de 2 m/s), mas, no dia 20 a velocidade aumentou, chegando a 8m/s. As temperaturas diminuíram no dia 16, mas voltaram a se elevar nos dias seguintes, culminando com a tropicalização da mPa no dia 20. Ocorreram pancadas de chuva no dia 21, quando passou a atuar uma Frente Estacionária. Os ventos sopravam do quadrante sul e voltaram a diminuir sua velocidade (chegando a 2 m/s).

Do dia 22 a 24, a mPa passou a influenciar as condições de tempo da região, provocando nova estabilidade das condições meteorológicas (baixa temperatura e tempo bom). Os ventos sopravam do quadrante leste e sul com pouca velocidade. Somente no dia 25, as condições do tempo se alteraram, as temperaturas subiram e houve pancadas de chuva na região, inclusive a velocidade do vento aumentou, chegando a 6 m/s. No dia 26, a mPa tropicalizou-se e as temperaturas continuaram se elevando, culminando com a ocorrência de chuvas mais constantes até o dia 29. Os ventos sopravam do quadrante norte com pouca intensidade e no dia 29 estava ocorrendo a ação de uma Frente Estacionária.

No dia 30, a mPa voltou a agir sobre a região, por isso as temperaturas baixaram e o tempo ficou estável. Os ventos aumentaram sua intensidade (em torno de 6 m/s) e sopraram de noroeste.

A análise geral do ritmo climático diário de Guarapuava permite deduzir que a variabilidade diária do tempo na área do município também está fortemente vinculada à dinâmica atmosférica, pois o padrão da temperatura, da umidade do ar e da pressão atmosférica, além da probabilidade de ocorrência de chuvas, se altera com a mudança das condições sinóticas. A variação da temperatura, principalmente, está vinculada à ocorrência de frentes frias, que normalmente são prenúncios do avanço da mPa, que pode provocar tempo bom, mas com temperaturas baixas.

O único elemento meteorológico que não apresenta muita relação com o padrão geral verificado é o vento, pois sua direção e velocidade nem sempre variam de acordo com as alternâncias dos sistemas atmosféricos, fato explicado em virtude das condições de relevo local, pois assim como em Irati, a estação meteorológica oficial está localizada dentro do perímetro urbano da cidade, possível explicação interferências locais na dinâmica do vento.

Diferente de Irati, para Guarapuava foi possível obter dados que possibilitou a realização da análise rítmica para os meses de julho e agosto de 2008, os quais serão avaliados a partir das **Figuras 23 e 24**, buscando visualizar as condições do tempo para o município, mas que

também podem ser compreendidos enquanto representativos da evolução para a região de estudo, como um todo.

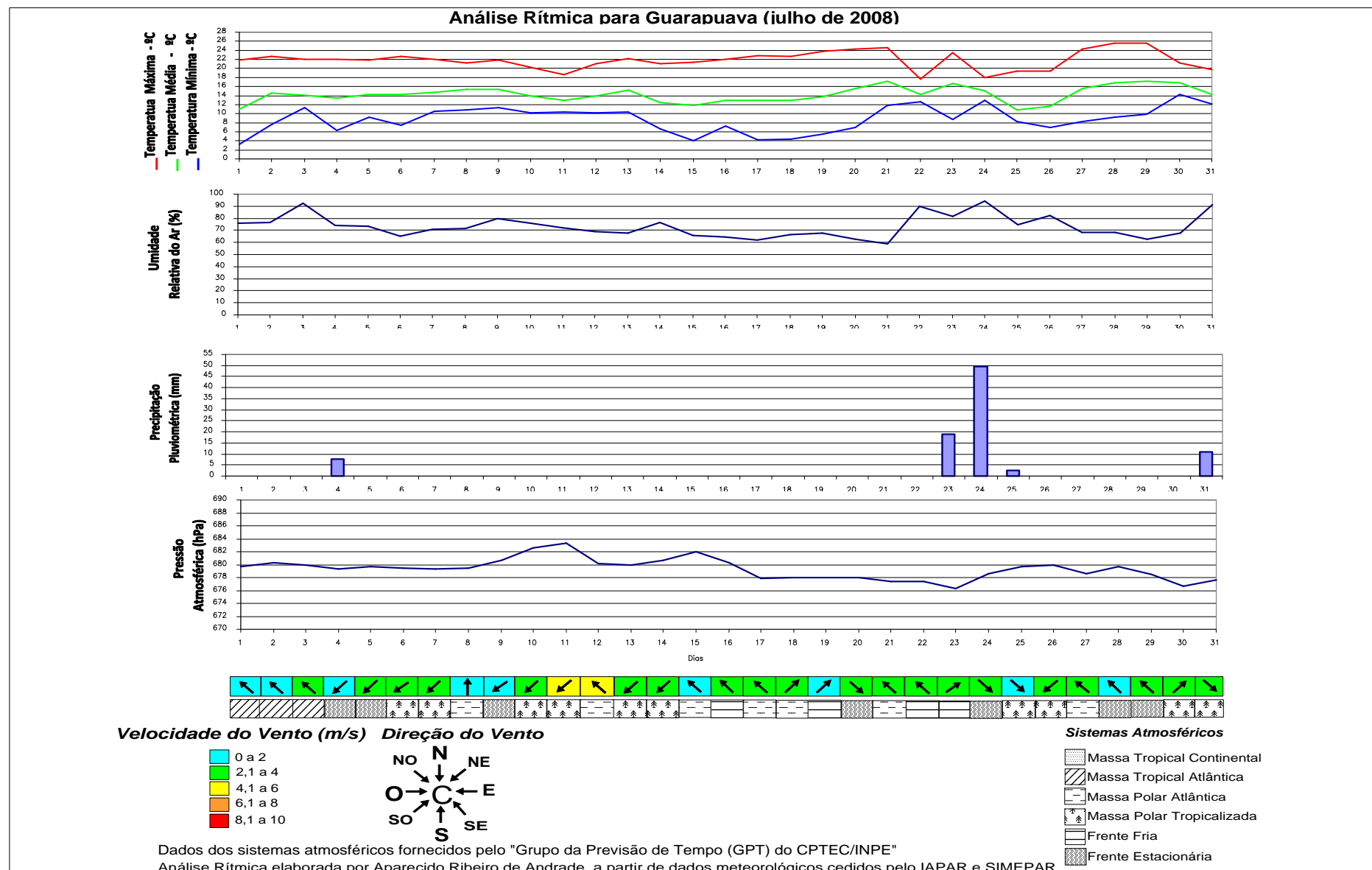
Durante o mês de julho, sete massas de ar frio atuaram na Região Sul. A maioria dos anticiclones posicionou-se sobre o Oceano Atlântico, estendendo-se pela faixa litorânea das Regiões Sul e Sudeste. Somente no final do mês, duas massas atuaram no interior da Região Sul. A primeira e a segunda massa de ar frio ingressaram no sul do País, nos dias 03 e 08, respectivamente. Na faixa leste da região Sul do Brasil, houve um leve declínio de temperatura. A terceira massa de ar atuou sobre o extremo sul do Rio Grande do Sul no dia 14. Esta massa de ar frio, ao deslocar-se para o oceano, intensificou o anticiclone anterior que ainda se encontrava sobre o oceano. Este sistema permaneceu no litoral da Região Sudeste até o dia 17. Nos dias 19 e 20, o quarto anticiclone atuou na região, posicionando-se sobre o oceano no dia 21. A quinta massa de ar frio ingressou pelo oeste do Rio Grande do Sul no dia 22. No decorrer do dia 25, o sexto anticiclone com trajetória continental ingressou pelo oeste dos Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina, deslocando-se para o oceano no dia 26. No dia 30, o sétimo e último anticiclone ingressou pelo oeste do Rio Grande do Sul, restringindo sua atuação a esta área (CPTEC/INPE, 2008).

Dessa forma, a análise da **Figura 23**, permite inferir que nos três primeiros dias de julho, a mTa estava controlando os tipos de tempo, com temperaturas mais elevadas e baixa velocidade do vento, os quais estavam soprando do quadrante sul. No dia 4 esta situação se alterou, com a predominância de uma Frente Estacionária, originando chuvas em Guarapuava e uma queda nas temperaturas, principalmente na temperatura mínima.

Nos dias 8, 12, 15, 17, 18, 21 e 27, a mPa estava atuando sobre Guarapuava, e a influência dela neste período é notada a partir de diminuição nas temperaturas e no aumento da velocidade do vento, mesmo que de forma branda. Os ventos estavam soprando, predominantemente do quadrante Sul. Deve-se destacar o período subsequente ao dia 21 de julho, pois as temperaturas diminuíram mais significativamente e ocorreram chuvas nos dias 23, 24 e 25, reflexo da atuação deste sistema.

Nos dias 6, 7, 10, 11, 13, 14, 25, 26, 30 e 31, a mPa tropicalizou-se, com isso as temperaturas voltaram a subir e a direção e velocidade do vento também se altera, com destaque para ventos predominantemente do quadrante Sul.

De forma geral, as condições do tempo para o mês de julho de 2008, foram consideradas normais para o inverno da região, com a atuação significativa da mPa e de outros sistemas totalmente associados a sua dinâmica. As temperaturas se mantiveram estáveis no decorrer de quase todo o período, com exceção do dia 15 de julho, quando a mesma teve a queda mais significativa do período, creditada a ação de uma Frente Fria que atuou na região logo após a mPa ter se tropicalizado

**Figura 23:** Guarapuava/PR – Elementos do clima (tipos de tempo) - julho de 2008

No mês de agosto, sete massas de ar frio continentais atuaram no Brasil. Durante a primeira quinzena, os anticiclones atuaram principalmente na faixa litorânea das Regiões Sul e Sudeste do País. A partir do dia 17, os anticiclones tiveram um deslocamento pelo interior do Brasil, atuando nas Regiões Centro-Oeste, sul da Região Norte e no sul e litoral da Região Nordeste. No decorrer do dia 03, a primeira massa de ar frio continental atuava sobre o oeste do Paraná. Esta primeira massa de ar frio causou queda acentuada de temperatura mínima na região Sul. A segunda massa de ar frio atuou apenas no Rio Grande do Sul. No dia 07, uma nova massa de ar frio encontrava-se no sul do Rio Grande do Sul. Entre os dias 08 e 10, o anticiclone associado estendeu-se pelo litoral da Região Sul até a faixa litorânea da Região Sudeste. A quarta massa de ar frio atuou nos setores oeste e sul do Rio Grande do Sul no dia 12. No dia 17, a quinta massa de ar frio atuava em todo o Rio Grande do Sul. Nos dias 18 e 19, o anticiclone associado estendeu-se pelo oeste das Regiões Centro-Oeste e Sudeste. A sexta massa de ar frio ingressou pelo oeste do Rio Grande do Sul no dia 21. Entre os dias 21 e 22, a temperatura mínima declinou. Nos dias 23 e 24, o centro do anticiclone encontrava-se sobre o Atlântico, atuando desde o litoral da Região Sul até o sul da Região Nordeste. No período de 29 e 31, o anticiclone predominava sobre toda a Região Sul (CPTEC/INPE, 2008).

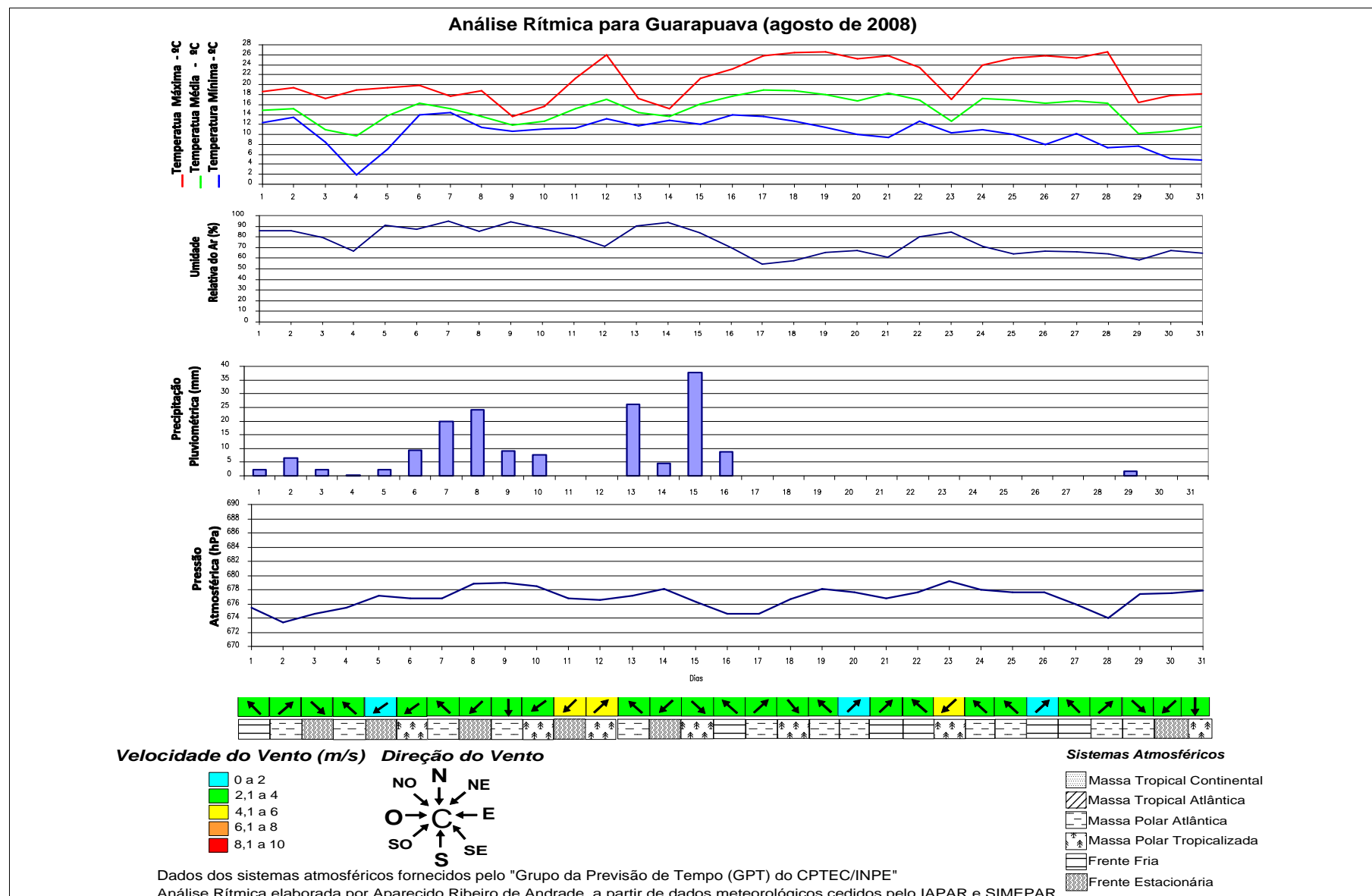
Assim, a análise da **Figura 24**, permite inferir que no dia 4 de agosto, sob a ação da mPa, as temperaturas sofreram um declínio significativo, principalmente a mínima. Em virtude da ação desta massa de ar, mas associado a outros sistemas, do dia 5 ao dia 09, ocorreram precipitações continuadas, com destaque para o dia 08 (25mm).

Além do dia 4, a mPa também exerceu influência sobre as condições do tempo em Guarapuava, nos dias 2, 7, 9, 13, 17, 19, 20, 24, 25, 28 e 29, que é facilmente através da queda nas temperaturas e ocorrência de chuvas melhor distribuídas. Nota-se que dos trinta e um dias do mês, em onze deles a mPa estava agindo. No dia 13, por exemplo, a influência da mPa, associada a uma Frente Estacionária, resultou em chuvas consideráveis nos dias 13, 14, 15 e 14, com destaque para o dia 15 (37mm), que foi o dia mais chuvoso do mês de agosto.

Nos dias 1, 16, 21, 22, 26 e 27, existia a atuação de uma Frente Fria, ocasionando temperaturas amenas e ventos soprando do quadrante Sul.

Da mesma forma que as condições do tempo para o mês de julho, em agosto também ocorreram situações consideradas normais para o inverno da região, com a atuação significativa da mPa e de outros sistemas totalmente associados a sua dinâmica. Entretanto, merece ser destacado o fato de que o mês de agosto foi mais chuvoso que julho, fato considerado atípico, se for considerada a média climatológica para Guarapuava, pois normalmente este mês é o mês menos chuvoso do ano (**Quadro XV**).

Contudo, como o presente estudo objetivou monitorar dados em situações típicas de inverno, com e sem a ocorrência chuvas, as **Figuras 23** e 24, demonstram claramente que as condições do tempo existentes durante o monitoramento dos dados foram adequadas.

**Figura 24:** Guarapuava/PR – Elementos do clima (tipos de tempo) - agosto de 2008



### 3.6 A marcha mensal dos tipos de tempo de Irati – ritmo mensal

Apesar do presente estudo estar centrado nos elementos temperatura e umidade relativa do ar, convém ressaltar que a precipitação pluvial é importante em um trabalho climatológico, mesmo que essa avaliação seja efetuada enquanto mera ilustração da tipologia climática.

O **Quadro XIV** indica que a estação de inverno, compreendida pelos meses de junho, julho e agosto para este estudo, é o período menos chuvoso, pois concentra 50% das ocorrências de meses sem chuva em todo o período analisado (1976 a 2007), com 18,55% das chuvas verificadas. Em seguida, vem o outono (março, abril e maio), totalizando 31,25% dos meses menos chuvoso, com 23,44% da pluviometria total. A primavera (setembro, outubro e novembro) aparece em seguida, com 12,5% dos meses menos chuvosos e 28,97% do total das precipitações. Por último, vem a estação do verão (dezembro, janeiro e fevereiro) com 6,25% dos meses menos chuvosos e 29,05% da quantidade de chuva precipitada.

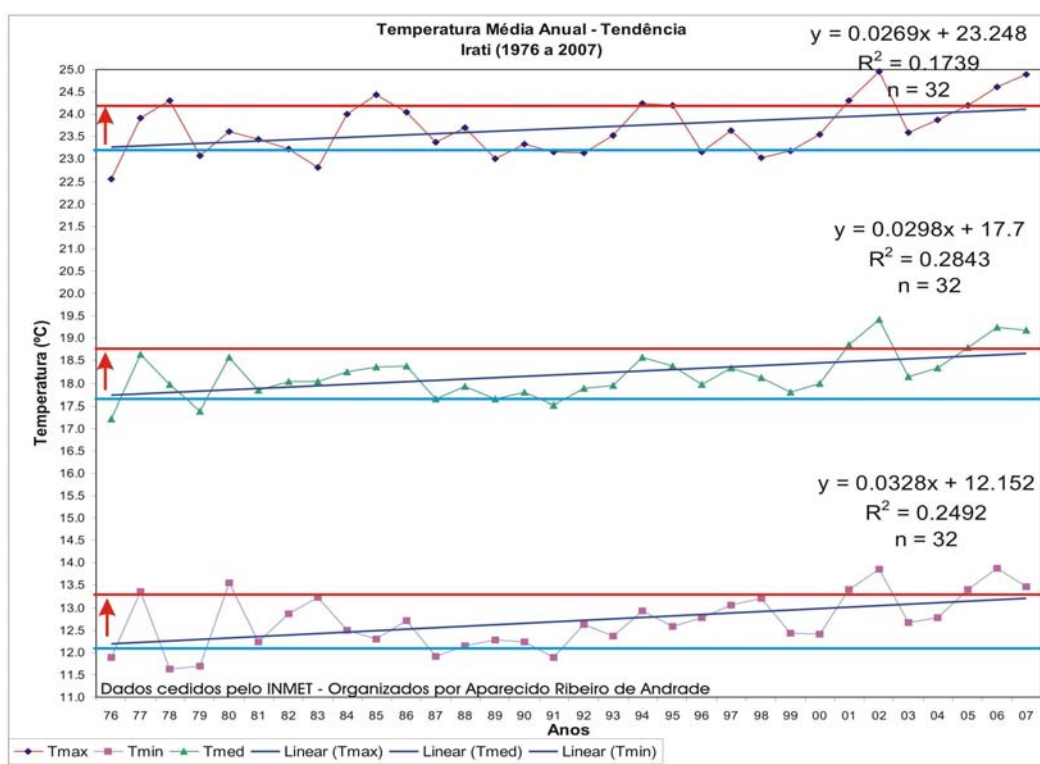
**Quadro XIV – Irati/PR – Variabilidade Pluviométrica (1976 a 2007)**

Meses	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	Precipitação Total (mm/ano)
Anos.....													
1976							4.82%						1998.5
1977					1.83%								1177.5
1978				0.01%									1346
1979						1.29%							1603.8
1980											4.15%		1548.8
1981	21.53%						1.32%						1057.7
1982								1.18%			22.19%		1802.3
1983								0.24%					2442.1
1984							3.56%						1709.6
1985								0.25%					916.3
1986						0.13%						22.49%	1559.1
1987			2.25%		26.72%								1552.4
1988					23.94%						1.01%		1146.9
1989						2.39%							1651.6
1990												3.02%	2138.3
1991						20.23%	1.31%						1248.7
1992					27.93%							2.65%	1738.8
1993								0.85%					1830.5
1994								0.53%					1390.5
1995	21.13%				1.50%								1590.1
1996					0.36%								1973.3
1997				1.71%									1832.2
1998											1.20%		2418.7
1999								0.35%					1364.1
2000				1.40%									1689.6
2001			3.77%										1706.8
2002						1.56%							1645.6
2003								1.85%					1502.5
2004								1.67%					1314.5
2005			2.34%							21.72%			1614.9
2006					1.11%				20.49%				1104.3
2007						1.03%							1451.6
Distribuição Média	12.03%	7.89%	8.04%	6.89%	8.51%	7.12%	6.78%	4.66%	9.52%	10.51%	8.94%	9.11%	
<b>Porcentagens mensais da precipitação</b> Mês menos chuvoso do ano até 5% de 5,01 a 10% de 10,01 a 15% de 15,01 a 20% acima de 20%													
<b>Fonte dos dados:</b> (INMET, 2008) <b>Nota:</b> Dados trabalhados por Aparecido Ribeiro de Andrade													

Há que se destacar que a ocorrência de meses mais chuvosos não obedece a um padrão específico, pois ocorre uma distribuição aleatória em vários meses do ano, com a única observação de que nos meses de fevereiro, março, abril, julho e agosto não acontece nenhum evento considerado como extremamente chuvoso (acima de 20% do total anual), confirmando que as estações do outono e inverno tendem a ser menos chuvosas na região de Irati. Em contrapartida, o verão tem a maior taxa média de precipitação centrada no mês de janeiro (12,03%) e maior contribuição proporcional para o total da pluviosidade média (29,05%). Tais inferências indicam que o verão apresenta chuvas intensas e bem distribuídas.

Outro elemento meteorológico que deve ser avaliado, buscando uma definição da tipologia climática da região, é a temperatura do ar, mesmo porque é a principal referência nas análises pertinentes ao presente estudo. Desta forma, o **Gráfico 3** procura ilustrar a variabilidade desse elemento no período de 1976 a 2007, no município de Irati.

**Gráfico 3** – Variabilidade Interanual da Temperatura do Ar (máxima, média e mínima) para Irati



A estrutura da evolução anual da temperatura do ar para Irati demonstra haver uma leve tendência a aumento, com destaque para os últimos 4 anos (2004 a 2007). Essa elevação, entretanto, não se configura como aumento significativo. Esta conclusão está embasada no fato que a média da temperatura máxima é de 23,7 °C, muito próxima do início da linha de tendência (23,2 °C), mas, como existe a tendência de aumento, em que a avaliação dos dados indica que a reta termina em 24,2 °C, considera-se que as médias das temperaturas máximas estão se elevando em 1 °C dentro do período analisado. Além disso, apesar da temperatura de

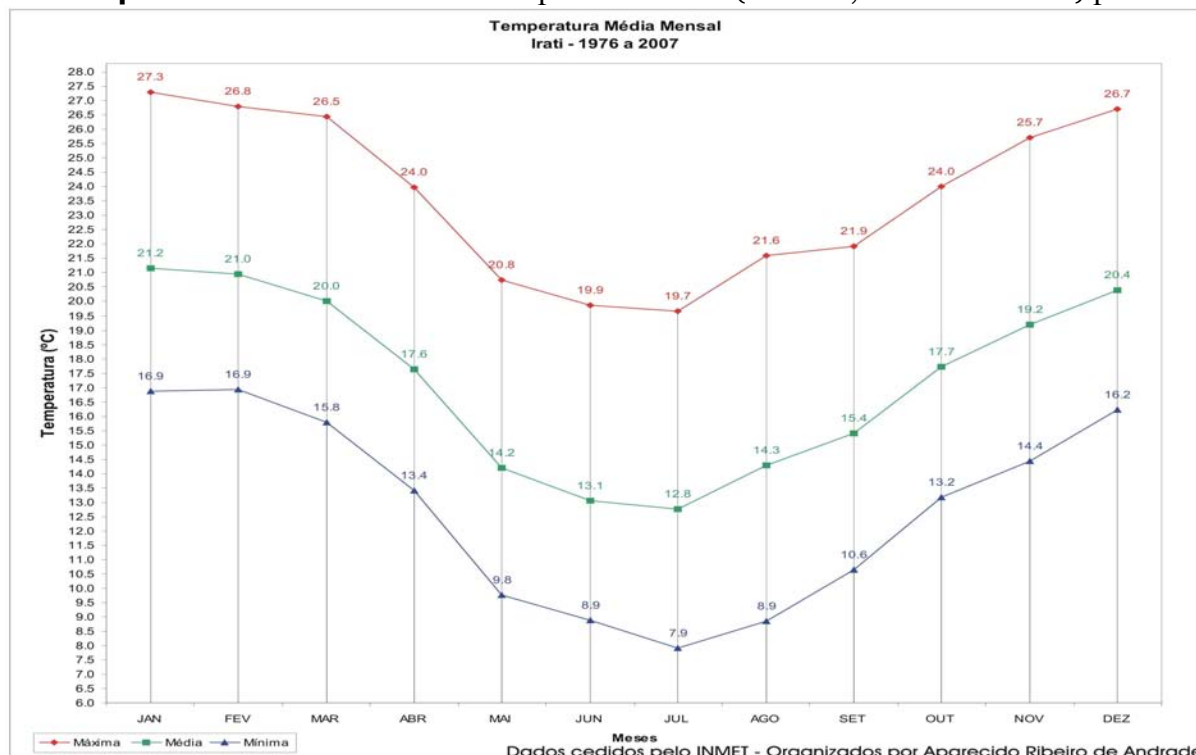
2007 ter atingido uma média de 24,8 °C, nota-se que em 2002 esta média esteve mais elevada ainda (24,9 °C), demonstrando que apenas 2007 pode ser considerado um ano atípico, assim como 2002, pois apresentaram variações um pouco mais elevadas em relação à média histórica.

A análise dos valores de Temperatura Mínima também indica pouca variabilidade no decorrer do período e, igual à Temperatura Máxima, a tendência de aumento é quase imperceptível, pois entre os mesmos anos (2004 a 2007), houve tanto elevação como diminuição na temperatura mínima anual. A Temperatura Mínima Média para todo o período (1976 a 2007) foi identificada como sendo de 12,7 °C e a análise de tendência permite verificar que há uma pequena elevação parecida com a temperatura máxima (1°C) e a linha inicia em 12,1°C, ou seja, também próxima da média histórica. Uma vez que a menor média da temperatura mínima identificada em todo o período de análise foi de 11,6 °C no ano de 1978 e a mais elevada foi de 13,8 °C, em 2006, não há que se falar em tendência significativa de aumento ou diminuição deste elemento climático, apesar de ocorrer.

As análises e deduções sobre a variabilidade anual da temperatura do ar demonstram que a média anual das temperaturas máximas é de 23,7 °C e das temperaturas mínimas é de 12,7 °C, evidenciando uma amplitude média anual de 11 °C. Contudo, a menor média anual identificada foi de 11,6 °C e a máxima foi de 24,9 °C, aumentando a amplitude térmica para 13,3 °C, que possibilita uma certa normalidade, mesmo porque os índices de significância ( $R^2$ ) foram baixos (17% e 25%), tanto para as máximas, quanto para as mínimas, respectivamente. Por isso, não é possível indicar a ocorrência de nenhuma anomalia climática que mereça destaque, com exceção da alta amplitude verificada.

Para melhor detalhar as características climáticas do município de Irati, procedeu-se a análise da Variabilidade Mensal da Temperatura do Ar. Assim, os dados médios mensais foram devidamente organizados e apresentados no **Gráfico 4**, de onde se verifica que os meses de junho, julho e agosto, são os mais frios, pois apresentam as menores temperaturas mínimas no período, fenômeno que não se confirma ao se analisar os dados da temperatura máxima, que se apresentam menos elevadas nos meses de maio, junho e julho.

Com referência à ocorrência de temperaturas mínimas mais elevadas, constata-se que ocorrem nos meses de dezembro, janeiro e fevereiro, o mesmo ocorrendo com as temperaturas máximas mais significativas. Diferente da identificação do período frio (inverno), o período quente (verão) apresenta dados mais consistentes e, tanto através da temperatura máxima, quanto da temperatura mínima, o trimestre mais quente é facilmente identificado (dezembro, janeiro e fevereiro).

**Gráfico 4:** Variabilidade Mensal da Temperatura do Ar (máxima, média e mínima) para Irati

A ocorrência da menor temperatura mínima mensal em torno de 7,9 °C, e da maior (16,9 °C), primeiramente, foi analisada a partir da média histórica (12,7 °C) e de seu respectivo desvio padrão (3,6 °C). Esses dados permitiram deduzir que o mês em que a temperatura mínima esteve mais elevada (fevereiro) pode ser considerado um mês anômalo, pois este valor está ligeiramente fora do desvio padrão. Da mesma forma, o mês em que a temperatura mínima está mais baixa (julho), pode ser considerado anômalo, porque também está fora do desvio padrão.

A análise da temperatura mínima indica que os invernos tenderam a serem rigorosos em Irati, pois o mês mais frio do ano (julho) apresentou média de temperaturas fora do desvio padrão mais significativas que o mês mais quente e, portanto, consideradas muito baixas para a média histórica iratiense. Se for considerado ainda, que os dados analisados são médias e não valores absolutos, isso amplia sua importância, pois temperaturas diárias absolutas podem apresentar valores bem distantes do desvio padrão, realçando mais ainda a dificuldade em delimitar o trimestre típico de inverno para Irati, como já foi visto.

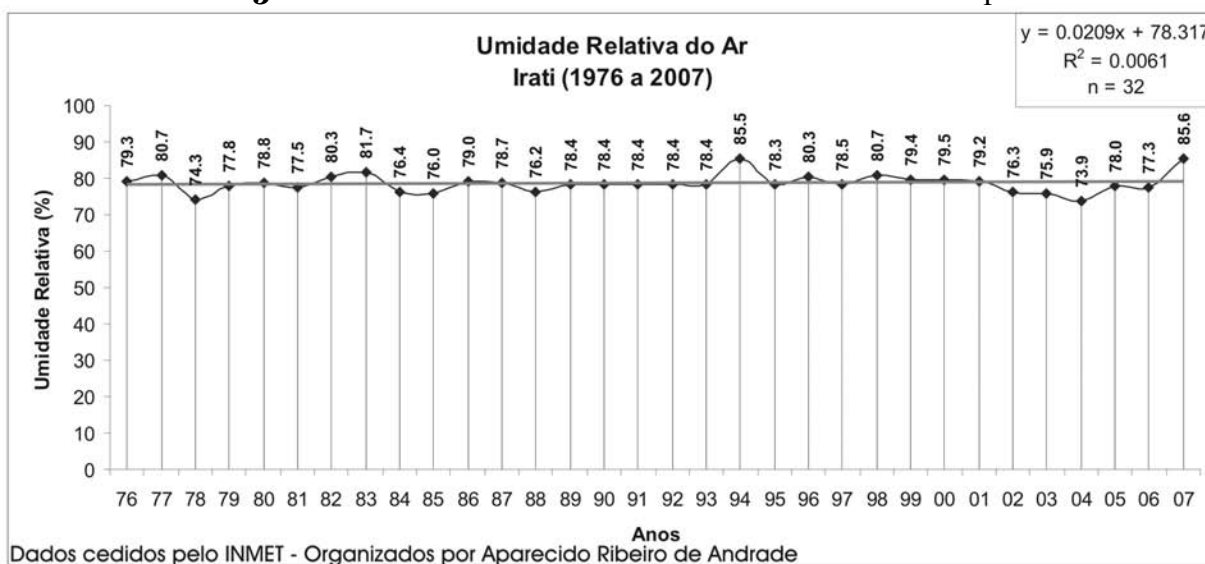
Com relação à temperatura máxima, percebe-se que o mês mais frio apresenta temperatura média de 19,6 °C (julho) e o mês mais quente de 27,3 °C (janeiro). Novamente, a avaliação deve ser feita a partir da média histórica (23,7 °C) e seu desvio padrão (3,1 °C), indicando que temperaturas entre 20,6 °C e 26,8 °C podem ser consideradas normais. Da mesma forma que nas temperaturas mínimas, o mês de julho apresentou temperaturas médias fora do desvio padrão, assim como o mês mais quente (janeiro).

Os dados representados através dos Gráficos 4 e 5 (temperatura do ar) indicam que a variabilidade interanual da temperatura em Irati não é significativa, pois a grande parte dos anos está dentro do desvio padrão, portanto podem ser considerados totalmente normais, sem oscilações que representem alterações ou mudanças climáticas, ainda que a linha de tendência apresente leve elevação.

Com referência aos dados mensais, é possível identificar o mês de julho como o mais frio, fato confirmado tanto na análise das temperaturas mínimas, como máximas. Em contrapartida, o mês mais quente não é tão facilmente identificado, pois janeiro aparece como o mês mais quente, quando se toma como parâmetro a temperatura máxima, mas, quando o parâmetro é a temperatura mínima, o mês mais quente é fevereiro. Como o mês de janeiro apresenta valores mais significativos, é possível afirmar que este é o mês mais quente, sendo representativo das condições de verão.

O **Gráfico 5**, por sua vez, demonstra a variabilidade interanual da Umidade Relativa do Ar, outro elemento climático explorado nas análises e hipóteses do presente estudo. A avaliação anual deste elemento permite concluir que a umidade média anual é de 78,7%, com um desvio padrão de 6,1%, definindo que valores entre 72,6% e 84,8% podem ser considerados normais. Como somente os anos de 1994 e 2007 apresentam taxas de umidade acima do desvio, e que tal ocorrência não permite identificar nenhuma tendência explícita, presume-se que tais anos foram atípicos, mas não definem quaisquer mudanças significativas, representando apenas casos particulares, provavelmente explicados por fenômenos meteorológicos específicos.

**Gráfico 5:** Variabilidade Interanual da Umidade Relativa do Ar para Irati



Ao se comparar a variabilidade da precipitação, da temperatura e da umidade do ar, nota-se que não existe correlação significativa entre todos os elementos, pois os anos de maior ou menor variação não são os mesmos. Contudo, a umidade relativa do ar e a temperatura máxima



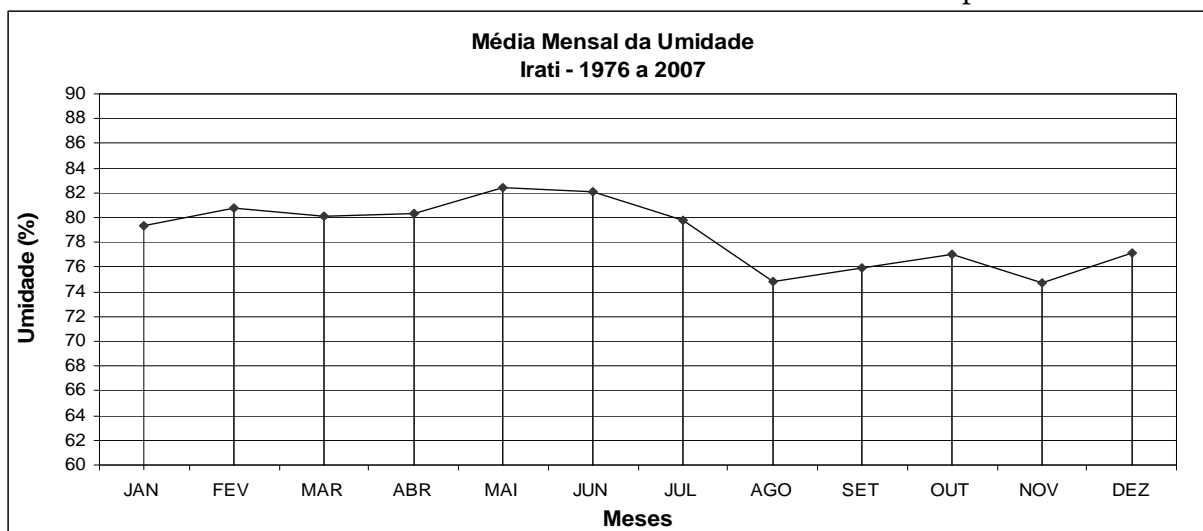
apresentam valores máximos em 2007, o que aumenta o nível de discordância, pois a umidade relativa deveria ser mínima em anos com temperaturas mais elevadas.

Dessa forma, a umidade relativa do ar apresenta pouca variabilidade, assim como os outros elementos (chuva e temperatura) e, mesmo os anos fora do desvio padrão, apresentam taxas ligeiramente mais elevadas, permitindo a constatação de que possíveis erros na leitura dos dados, além de diferenças entre sensores, poderiam indicar essa pequena anomalia. Contudo, a conclusão é de que a umidade relativa do ar de Irati possui uma certa homogeneidade, considerando a média histórica (78,7%), em praticamente todo o período (1976 a 2007).

Essa homogeneidade fica mais evidente ao se atentar para a linha de tendência, demonstrando praticamente nenhuma significância, pois o  $R^2$  é de 0,6%. Da mesma forma, a evolução da linha inicia em 78,3% e termina em 79%, indicando a possível tendência de aumento de apenas 0,7%, estando, portanto, dentro da margem de erro da maioria dos aparelhos utilizados em coleta de dados climatológicos.

Apesar da análise dos dados anuais de umidade do ar não ter indicado variações significativas, a não ser que a média histórica é de 78,7%, a visualização do **Gráfico 6**, onde estão representadas as taxas mensais deste elemento, revela que os meses mais secos são agosto e novembro. Essa constatação confirma as análises feitas para o **Quadro XIV**, definindo o mês de agosto como sendo o mês com a menor ocorrência de chuvas e ao mesmo tempo com a menor taxa de umidade relativa do ar, ao passo que o mês mais frio é julho (**Gráfico 4**).

**Gráfico 6:** Variabilidade Mensal da Umidade Relativa do Ar para Irati



Da mesma forma que nas análises para dias menos chuvosos, secos e mais frios, a identificação do mês mais úmido foi feita e o mês de maio foi identificado como representativo desta situação (**Gráfico 6**).

Também foi possível identificar que o mês de maio possuiu maior concentração de eventos mais chuvosos – acima de 20% da média anual, mesmo que o mês com a maior distribuição média de precipitação tenha sido janeiro, para o período de 1976 a 2007 (**Quadro XIV**). Embora, na análise de temperaturas máximas, o mês mais quente seja janeiro também (**Gráfico 5**).

Sendo assim, conclui-se que a relação existente entre calor latente e calor sensível influencia, sistematicamente, a obtenção da umidade relativa do ar. Entretanto, as evidências dos dados analisados, permitem afirmar que a umidade relativa do ar está associada tanto a variações na temperatura quanto à ocorrência de chuvas.

Vale ressaltar que na análise trimestral, ou seja, para as estações do ano, todos os elementos analisados definem que o inverno é mais seco, menos chuvoso e mais frio, ao passo que o verão é mais quente e o outono é mais úmido e mais chuvoso. Essa dinâmica pressupõe maior homogeneidade na variabilidade destes elementos durante a estação do inverno.

A análise dos dados obtidos, através da estruturação do balanço hídrico para o município de Irati, resultou na indicação de que a região apresenta, durante todo o ano, excedente hídrico (**Gráfico 7**), que demonstra um equilíbrio satisfatório no ciclo hidrológico e não evidencia meses ou períodos que demandem preocupação quanto à falta de água na rede hidrográfica.

**Gráfico 7:** Balanço Hídrico para o município de Irati (1976 a 2007)



Entretanto, ressalta-se que os meses de fevereiro e agosto são os mais secos, tendo menores reservas disponíveis. De onde se conclui que agosto, por ser o mês com menor concentração de chuvas e temperaturas baixas, apresenta menor capacidade hídrica e, o mês de fevereiro por ser o mês com maior concentração de temperaturas elevadas, proporciona uma

maior taxa de evapotranspiração, não permitindo que a água seja armazenada em maior quantidade.

### 3.7 A marcha mensal dos tipos de tempo de Guarapuava – ritmo mensal

Seguindo os mesmos procedimentos adotados para Irati, foi elaborado um quadro com a dinâmica pluviométrica para Guarapuava, ressaltando apenas que os dados de precipitação foram cedidos pelo IAPAR, porque essa instituição é a responsável pela organização e divulgação dos dados monitorados pela estação meteorológica de Guarapuava, **Quadro XV**.

**Quadro XV – Guarapuava/PR – Variabilidade Pluviométrica (1976 a 2007)**

Meses	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	Precipitação Total (mm/ano)
Anos.....													
1976		4,7%											1887
1977					2,58%								1505,7
1978				0,05%									1309,7
1979						1,29%							1938,5
1980		3,19%											2050
1981							0,52%						1823,7
1982				1,27%							22,52%		2188,1
1983								0,27%					3168,4
1984							2,76%						2213,3
1985	2,89%												1262,1
1986						0,68%							1884,6
1987			3,27%		24,36%								1840,4
1988					21,77%			1,24%					1301,2
1989						2,82%							2223
1990		3,38%											2106,1
1991							1,9%						1672,9
1992						4,07%							2254,8
1993								0,89%					2152,2
1994								0,74%					1884,4
1995					1,04%								2056,6
1996					1,55%								1949,1
1997				2,68%									2106
1998				21,07%		2,51%							2458,7
1999								0,18%					1752,1
2000								4,53%					1984
2001								4,7%					1855,7
2002						1,07%							1873,5
2003								2,76%					1701,7
2004								2,14%					1849,7
2005							3,35%						1956,1
2006					1,3%								1426,8
2007								0,58%					1762,6
Distribuição Média	10,30%	8,79%	7,80%	7,73%	8,90%	6,92%	6,39%	4,64%	8,74%	10,64%	8,83%	10,32%	

Porcentagens mensais da precipitação

Mês menos chuvoso do ano

até 5%

de 5,01 a 10%

de 10,01 a 15%

de 15,01 a 20%

acima de 20%

Fonte dos dados: (IAPAR, 2008)

Nota: Dados trabalhados por Aparecido Ribeiro de Andrade

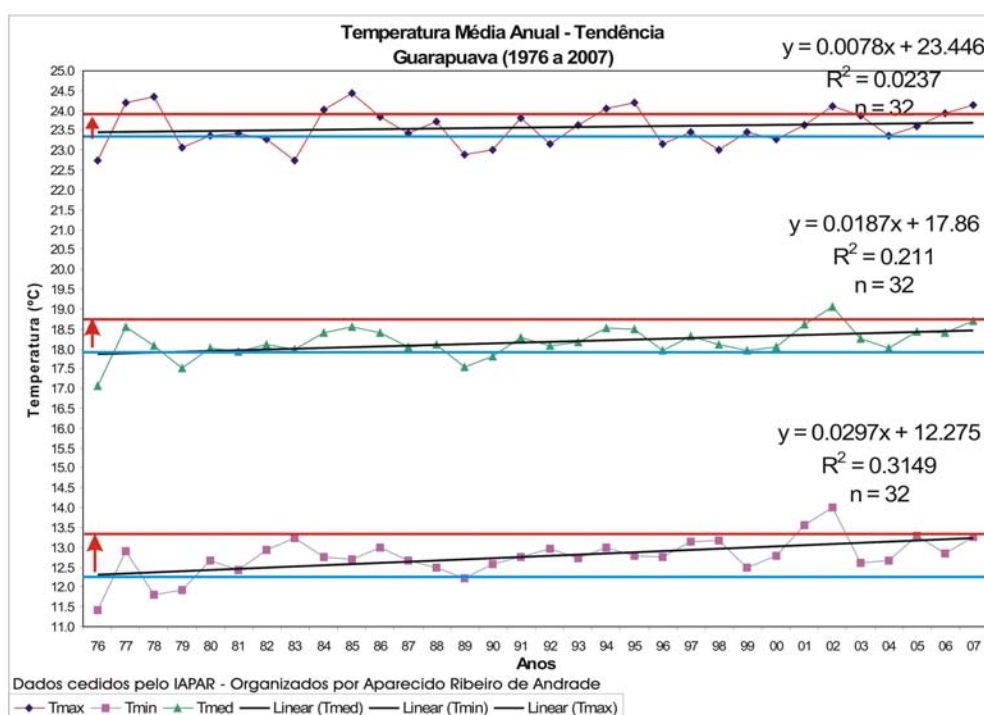


O **Quadro XV** indica que a estação de inverno (junho, julho e agosto) é o período menos chuvoso, pois concentra 62,5% das ocorrências de meses com menor pluviosidade em todo o período analisado (1976 a 2007), com 17,95% das chuvas verificadas. Em seguida, vem o outono (março, abril e maio), totalizando 25% dos meses menos chuvosos, com 24,43% da pluviometria total. A primavera (setembro, outubro e novembro) aparece em seguida, com 12,5% dos meses menos chuvosos e 29,41% do total das precipitações. Por último, vem a estação do verão (dezembro, janeiro e fevereiro), com nenhuma ocorrência de mês menos chuvoso (0%) e 28,21% da quantidade total de chuva.

Há que se destacar que a ocorrência de meses mais chuvosos não obedece a um padrão específico, pois apresenta uma distribuição aleatória em vários meses do ano, mais especificamente nos meses de abril, maio e novembro, com concentração acima de 20% do total anual, indicando que o outono tende a ser a estação com maior intensidade pluviométrica na região de Guarapuava, apesar de o mês de outubro (primavera) ter a maior taxa média de precipitação (10,64%) e maior concentração de chuvas no período. Sendo assim, o outono guarapuavano apresenta chuvas mais intensas e concentradas, enquanto a primavera apresenta chuvas melhor distribuídas e mais frequentes. Porém, ao se considerar valores absolutos, é no verão que ocorre a maior quantidade de chuvas, com destaque para o mês de janeiro.

Da mesma forma que Irati, para Guarapuava também foi feita a avaliação da variabilidade da temperatura do ar. Desta forma, o Gráfico 9 procura ilustrar a variabilidade deste elemento no período de 1976 a 2007, no município de Guarapuava.

**Gráfico 8:** Variabilidade Interanual da Temperatura do Ar (máxima, média e mínima) para Guarapuava

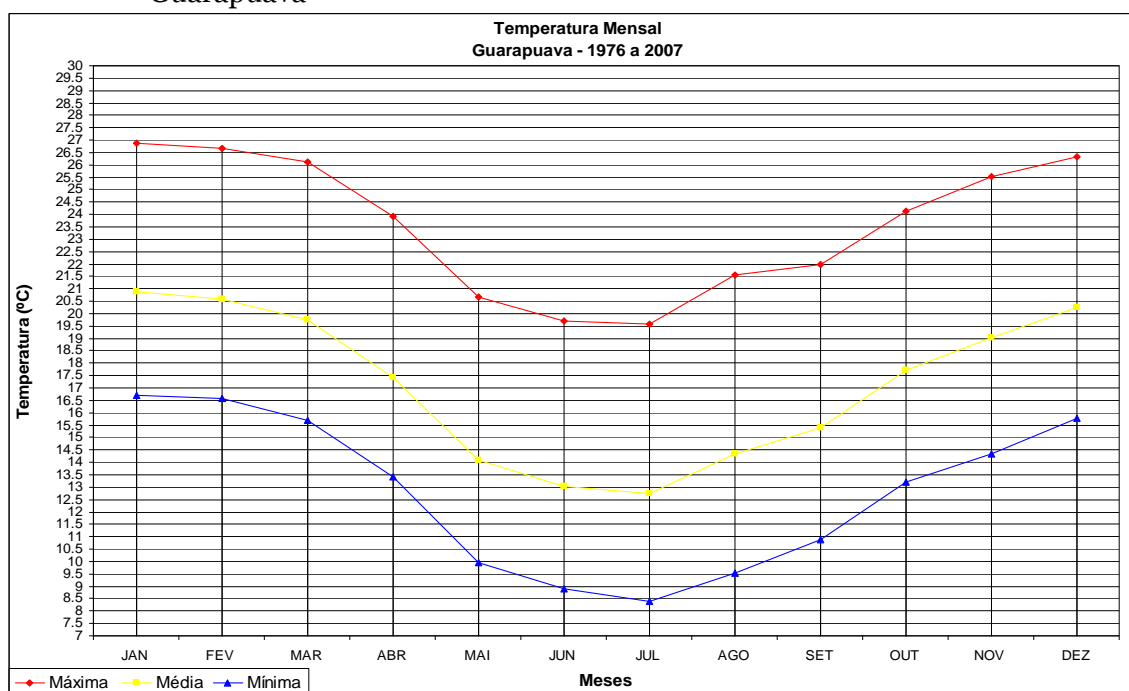


A estrutura da evolução anual da temperatura do ar para Guarapuava demonstra haver uma leve tendência a aumento térmico nas máximas de  $0,2^{\circ}\text{C}$ , e nas mínimas de  $0,9^{\circ}\text{C}$ , influenciada, principalmente, pelos últimos quatro anos (2004 a 2007). Tal elevação, entretanto, não se configura como aumento significativo. Esta conclusão está embasada no fato que a média da temperatura anual é de  $23,6^{\circ}\text{C}$  e o índice de significância ( $R^2$ ) foi de apenas 2% para as máximas e 3% para as mínimas, levando à dedução de que a variabilidade encontrada pode ser considerada normal.

Por isso, apesar da temperatura de 2007 ter apresentado um ligeiro aumento médio em relação aos últimos quatro anos (de  $23,35$  para  $24,15^{\circ}\text{C}$ ), os anos de 1978 e 1985 tiveram temperaturas mais elevadas ( $24,34$  e  $24,42^{\circ}\text{C}$ ), demonstrando que todos os eventos ficaram dentro de uma possível normalidade, apresentando variações um pouco mais elevadas em relação à média histórica, simplesmente. Contudo, convém ressaltar que as temperaturas médias e mínimas apresentaram claramente tendência de aumento, principalmente nas médias das mínimas.

Embora a variabilidade anual da temperatura do ar em Guarapuava não apresente flutuações significativas, o detalhamento desse elemento, através da análise mensal, pode e deve ser feito, objetivando a melhor compreensão das características climáticas do município. Desta maneira, o dados médios mensais foram devidamente organizados e apresentados no **Gráfico 9**, onde se verifica que os meses de junho, julho e agosto são os mais frios, pois apresentam as menores temperaturas mínimas no período, fenômeno que não se confirma quando analisados os dados da temperatura máxima, que apresentam temperaturas menos elevadas nos meses de maio, junho e julho.

**Gráfico 9:** Variabilidade Mensal da Temperatura do Ar (máxima, média e mínima) para Guarapuava



Com referência à ocorrência de temperaturas mínimas mais elevadas, constata-se que elas ocorrem nos meses de dezembro, janeiro e fevereiro, o mesmo ocorrendo com as temperaturas máximas mais significativas. Diferente da identificação do período frio (inverno), o período quente (verão) apresenta resultados mais consistentes e, tanto através da temperatura máxima, quanto da temperatura mínima, o trimestre mais quente é facilmente identificado (dezembro, janeiro e fevereiro).

A identificação das médias das temperaturas máxima e mínima, assim como das respectivas tendências, já foram informadas, pois os cálculos estatísticos foram efetuados a partir de leituras mensais desse elemento. Por isto, a ocorrência da menor temperatura mínima mensal em torno de 8,4 °C, e da maior (16,7 °C), primeiramente deve ser analisada a partir da média histórica (12,8 °C).

Essa metodologia explicativa permite deduzir que o mês em que a temperatura mínima esteve mais elevada (janeiro) pode ser considerado um mês normal, típico do verão local. Seguindo o mesmo procedimento, o mês em que a temperatura mínima está mais baixa (julho) também pode ser considerado um mês normal, representativo da situação de inverno.

A análise da temperatura mínima indica que os invernos tendem a serem rigorosos em Guarapuava, pois o mês mais frio do ano (julho) apresenta média de temperaturas extremamente baixas, que, apesar de serem consideradas normais para a média histórica, são muito baixas. Se for salientado ainda, que os dados analisados são médias e não valores absolutos, tal constatação amplia sua importância, pois temperaturas diárias absolutas podem apresentar valores bem distantes do desvio padrão, realçando mais ainda a dificuldade em delimitar o trimestre típico de inverno para Guarapuava, como já foi visto. A constatação é de que as condições de inverno, a rigor, podem se prolongar de maio até agosto.

Com relação à temperatura máxima, percebe-se que o mês mais frio apresenta temperatura média de 19,56 °C (julho) e o mês mais quente de 26,88 °C (janeiro). Novamente, a avaliação deve ser feita a partir da média histórica (23,6 °C), indicando que temperaturas entre 19,2 °C e 28 °C podem ser consideradas normais. Da mesma forma que nas temperaturas mínimas, o mês de julho apresenta temperaturas médias baixas, repetindo-se também as mesmas condições para o mês mais quente (janeiro).

Os dados representados através dos Gráficos 9 e 10 (temperatura do ar) indicam que a variabilidade interanual da temperatura em Guarapuava não é significativa, pois apenas dois anos (1978 e 1985), dos 32 analisados, tiveram temperaturas um pouco mais elevadas. Esta variabilidade indica uma possível normalidade dentro do conjunto dos dados, sem oscilações que representem alterações ou mudanças climáticas. Com referência aos dados mensais, é possível identificar o mês de julho como o mais frio, fato confirmado tanto na análise das temperaturas mínimas, como máximas. O mês de janeiro é considerado o mês mais quente do ano, sendo representativo das condições de verão.

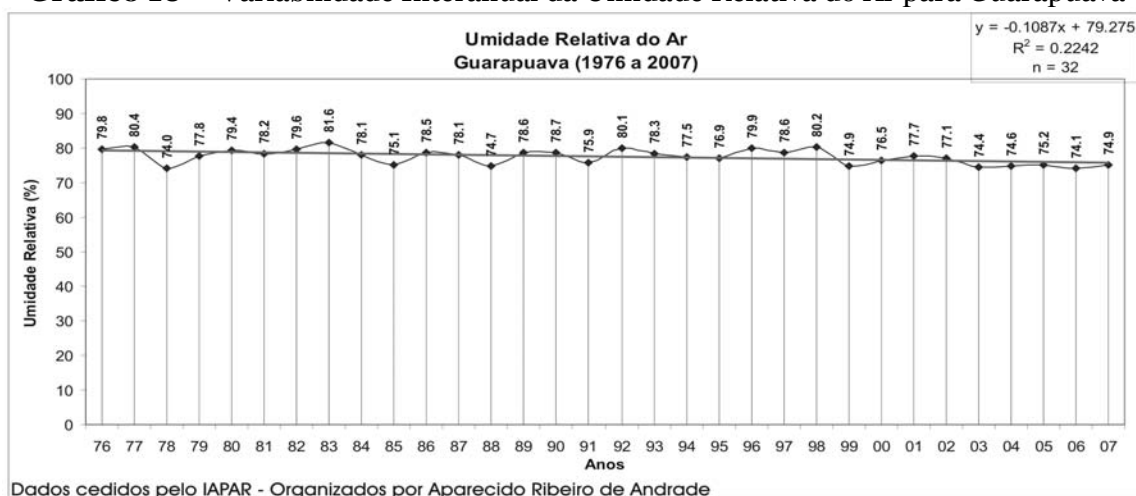
Convém fazer uma breve comparação da variabilidade da temperatura do ar, realçando as semelhanças e diferenças entre Irati e Guarapuava. A semelhança encontrada é a dinâmica anual bem marcada, em que foi possível identificar facilmente os meses típicos de inverno e verão, para os dois municípios. Da mesma forma, a variabilidade interanual é facilmente notada e, mesmo que ocorram explicações distintas, a tendência de aumento da temperatura do ar existe para os dois municípios.

Com relação às diferenças, ressalta-se que Guarapuava tem uma tendência de aumento na temperatura do ar com menor significância do que Irati. Tanto o resultado do aumento em graus Celsius como o índice de significância ( $R^2$ ) são bem mais representativos para Irati. Isso demonstra que a variabilidade interanual está bem mais marcada para Irati do que para Guarapuava. Outra diferença encontrada é que o trimestre mais frio (estação de inverno) é facilmente identificado para Irati, mas, para Guarapuava, esta constatação não é tão fácil, indicando, inclusive, que o inverno em Guarapuava se prolonga por mais tempo.

O **Gráfico 10**, por sua vez, demonstra a variabilidade interanual da Umidade Relativa do Ar, onde a avaliação anual desse elemento permite concluir que a média anual é de 77,5%, com um desvio padrão de 11,2%, definindo que valores entre 66,3% e 89,7% podem ser considerados normais. Como nenhum dos anos analisados apresentaram médias de umidade relativa do ar fora desse intervalo, considera-se que a variabilidade existente não define qualquer tipo de tendência significativa, representando apenas a normalidade na distribuição dos dados.

Contudo, mesmo que exista uma certa normalidade, existe uma tendência de diminuição da umidade relativa do ar em Guarapuava. O  $R^2$  foi o mais significativo de todos os dados analisados (22%) e a diminuição da umidade é de 3,5%, fato que também diferencia a dinâmica climática de Guarapuava, em relação a Irati.

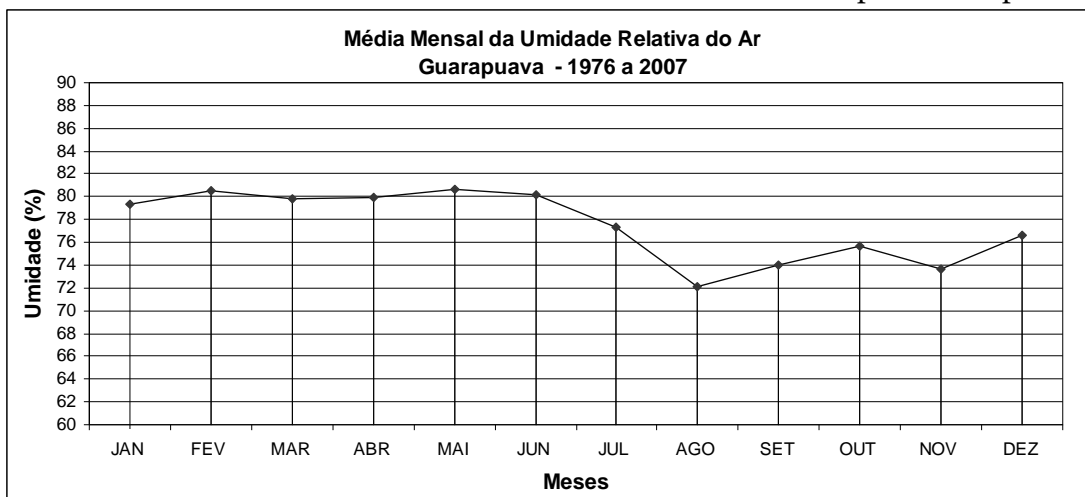
**Gráfico 10** – Variabilidade Interanual da Umidade Relativa do Ar para Guarapuava



Constata-se então, uma normalidade na distribuição temporal dos dados anuais de umidade do ar, podendo-se afirmar que a média histórica é de 77,5%, mas esta informação não é definitiva para a análise da variabilidade da umidade do ar, pois a visualização do **Gráfico 11**

revela que o mês mais seco é o mês de agosto. Ocorre, então, a confirmação das análises feitas para o **Quadro XV**, que definem o mês de agosto como sendo o mês com a menor ocorrência de chuvas e ao mesmo tempo com a menor taxa de umidade relativa do ar.

**Gráfico 11:** Variabilidade Mensal da Umidade Relativa do Ar para Guarapuava



Da mesma forma, o mês mais úmido é maio, que também apresenta a maior concentração de eventos mais chuvosos para o período (1976 a 2007), porém, mesmo que maio seja o mês com maior ocorrência de precipitações intensas (acima de 20%), é na primavera que ocorre a maior concentração de chuvas, com destaque para o mês de outubro.

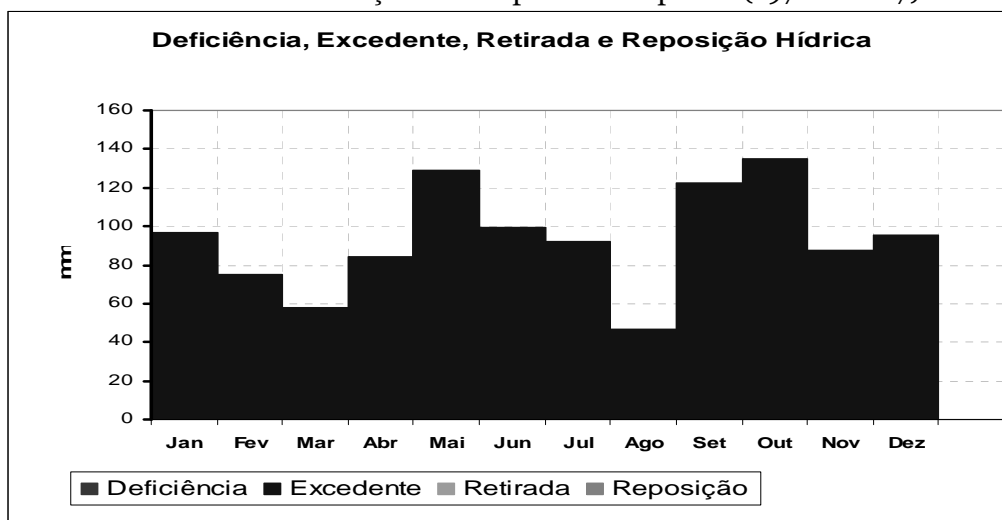
Tais evidências permitem concluir que a umidade relativa do ar está mais associada à ocorrência de chuvas do que a variações na temperatura do ar, mesmo que essa relação não seja comum, pois as variações de calor sensível e calor latente definem a relatividade da umidade do ar. Contudo, os dados indicam que no município de Guarapuava ocorre uma boa distribuição pluviométrica, que, em conjunto com a temperatura do ar, influenciam a taxa de evapotranspiração.

Assim como em Irati, Guarapuava apresenta uma melhor correlação da precipitação com a umidade, indicando que os elementos climáticos definem que o inverno é mais seco, menos chuvoso e mais frio, ao passo que o verão é mais quente, com o outono sendo mais úmido e a primavera mais chuvosa.

Contudo, diferente de Irati, a dinâmica sazonal de Guarapuava não é tão homogênea, pois a umidade relativa do ar não se concentra em uma estação do ano especificamente, mas no primeiro semestre inteiro (janeiro a junho), sofrendo uma diminuição no segundo semestre (julho a dezembro). Já os outros elementos (temperatura e precipitação) não seguem a mesma dinâmica, tendo variabilidades distintas em meses distintos, mas, essencialmente com o outono, sendo a estação com a menor ocorrência de meses menos chuvosos e mais meses com chuvas intensas, apesar de ser na primavera a ocorrência do mês com maior taxa de precipitação (outubro), meses chuvosos e frios bem definidos, mas com uma boa distribuição no decorrer de todo o ano.

O procedimento para identificação do balanço hídrico para Guarapuava seguiu a mesma referência utilizada para Irati, indicando que o município também apresenta, durante todo o ano, excedente hídrico (**Gráfico 12**). O comportamento hídrico observado demonstra um equilíbrio satisfatório no ciclo hidrológico, não evidenciando meses ou períodos que demandem preocupação com a falta de água no sistema.

**Gráfico 12:** Balanço Hídrico para Guarapuava (1976 a 2007)



Entretanto, ressalta-se que o mês de agosto é o mais seco, tendo menores reservas disponíveis, de onde se conclui esse mês, por ter a menor concentração de chuvas, com temperaturas relativamente baixas, apresenta menor capacidade hídrica. O fato de as chuvas serem bem distribuídas no decorrer de todo o ano não evidencia um mês tipicamente úmido, com diferença significativa na reserva hídrica.

## **CAPÍTULO 4: CONFIGURAÇÃO DO CLIMA REGIONAL E LOCAL EM IRATI E GUARAPUAVA/PR, A PARTIR DOS RESULTADOS OBTIDOS**

O estudo abordou a classificação climática definida e, a partir dela, foram discutidas as metodologias utilizadas e suas possíveis interpretações à luz da bibliografia consultada. Da mesma forma, foram apontados os diferentes atributos locais e regionais, que definem a dinâmica socioambiental existente.

As diferentes abordagens para a configuração do clima local e/ou regional interferem na identificação da realidade existente e nas suas relações. Os diversos processos inerentes à configuração das interrelações do clima com o ambiente vivido permeiam discussões que enfocam dados sociais e naturais.

Os dados relativos à dinâmica da sociedade foram analisados no momento da configuração do meio ambiente urbano dos dois municípios (Irati e Guarapuava), procedimento realizado no Capítulo 4. A configuração do clima das duas cidades também foi efetuada no mesmo capítulo, sendo que os dados que serviram de fonte, foram cedidos por instituições de monitoramento oficial (IAPAR e INMET), fato que os define como sendo secundários.

Na busca de uma configuração climática (local e regional) que seja amparada na pesquisa efetuada neste estudo e não necessariamente nos dados secundários, torna-se importante a análise dos dados primários obtidos para, ao final, realizar a comparação entre os dois momentos da pesquisa (dados secundários e dados primários).

As coletas de dados primários foram feitas durante os meses de julho, agosto e setembro de 2008 (conforme descrito no Capítulo 1) e contemplam dias com condições de tempo diferenciadas. Os instrumentos foram distribuídos pelos pontos de coletas e os voluntários foram orientados para efetuarem o monitoramento diário, toda vez que o pesquisador solicitasse. Ao final do período de inverno (setembro), foi possível completar 25 dias de coletas em períodos alternados, mas nem todos os dados apresentaram confiabilidade satisfatória. Desta forma, ao final, seis dias foram escolhidos como suficientemente representativos para as diferentes condições do tempo para a área e o período de estudo. São avaliações embasadas nesses dados que se seguem.

### **4.1 Configuração sinótica para a área de estudo durante o período de coleta dos dados**

Em virtude da necessidade de relacionar as condições do tempo identificadas durante o monitoramento de campo, com os aspectos mais abrangentes da climatologia, foi necessário descrever as condições sinóticas predominantes durante o inverno de 2008. Este procedimento foi útil para dois momentos da pesquisa: escolha dos dias de monitoramento e identificação da influência dos sistemas atmosféricos nas condições do tempo local e regional.

Nos três primeiros dias (01, 02 e 03 de julho) estava ocorrendo um forte bloqueio das frentes frias, proveniente da atuação da Massa Tropical Continental (mTc) mais ao norte do país, com características que ocasionaram temperaturas mais elevadas e tempo seco. Embora a mTc não atue especificamente no Estado do Paraná, a sua influência pode provocar bloqueios, como os constatados no início de julho de 2008. Apesar deste bloqueio, a mTa atuava de forma mais significativa na região.

No dia 22 de julho, uma frente fria avançou para o continente, provocando quedas na temperatura e uma pequena instabilidade nas variáveis meteorológicas. Finalmente, nos dias 08 e 09 de agosto, houve ocorrências de chuvas frequentes em toda a região de estudo, com a consequente estabilização da temperatura local e regional.

A primeira quinzena do mês de julho foi caracterizada por anomalias positivas de geopotencial em níveis médios sobre o centro-norte da Região Sul. Em geral, os níveis de pressão atmosférica estiveram baixos neste período, com orientação noroeste/sudeste e atuaram ao sul de 30°S. Boa parte do norte da Região Sul foi influenciada por um padrão de circulação caracterizado pela presença de um anticiclone em níveis médios. Esse sistema favoreceu a subsidência do ar e inibiu a formação de nuvens de chuva. Os sistemas frontais vindos do sul não avançaram sobre estas áreas nesse período e foram registradas poucas precipitações sobre o Sul do país. Os poucos sistemas que avançaram até o estado do Paraná, provocaram apenas uma ligeira queda na temperatura. Na segunda quinzena, os ciclones estiveram concentrados mais ao norte, na faixa latitudinal compreendida entre 30°S e 45°S, tendo uma participação mais direta sobre o tempo ocorrido na Bacia do Prata, Uruguai e o Rio Grande do Sul (CPTEC/INPE, 2008).

A diferença entre as duas quinzenas esteve relacionada à evolução meridional dos sistemas transientes; tais sistemas são ações dinâmicas da atmosfera que representam um estudo transitório das condições do tempo, como as frentes frias, por exemplo. Ressalta-se que a maioria dos ciclones extratropicais estão associados com frentes frias e durante a primeira quinzena, esses sistemas não puderam atingir latitudes mais baixas. Por isso, a maioria das ocorrências de ciclones atmosféricos esteve concentrada mais ao sul. Já na segunda quinzena, o padrão mudou e os ciclones puderam atingir latitudes mais baixas.

Na primeira quinzena de agosto, foi possível notar o eixo da crista barométrica (alta pressão) deslocado mais para norte, sendo que a anomalia positiva desse elemento climático, esteve mais intensa sobre o norte da Região Sudeste e estados no nordeste brasileiro. Verificou-se também anomalia negativa em parte do Rio Grande do Sul, cujo padrão esteve associado à presença de um cavado (baixa pressão) que estendeu seu eixo entre o centro-sul da Bolívia até o Atlântico, em torno de 40°W, a leste das Ilhas Malvinas. O padrão mais ao norte do sistema de alta pressão contribuiu para a anomalia de precipitação no sul do Brasil, ocorrido na primeira quinzena de agosto (CPTEC/INPE, 2008).



A evidência das características ou dinâmicas meteorológicas descritas foram necessárias, porque elucidam quais os tipos de tempo que estavam atuando sobre a região de estudo no período em que os dados foram coletados, justificando, inclusive, a escolha dos dias eleitos para análise. Esses dias, apesar de estarem todos inseridos na estação do inverno meridional, apresentaram condições de tempo distintas, possibilitando a análise dos efeitos diversos (maior ou menor temperatura; maior ou menor umidade; mais ou menos chuva).

#### 4.2 A análise rítmica como padrão de comparação

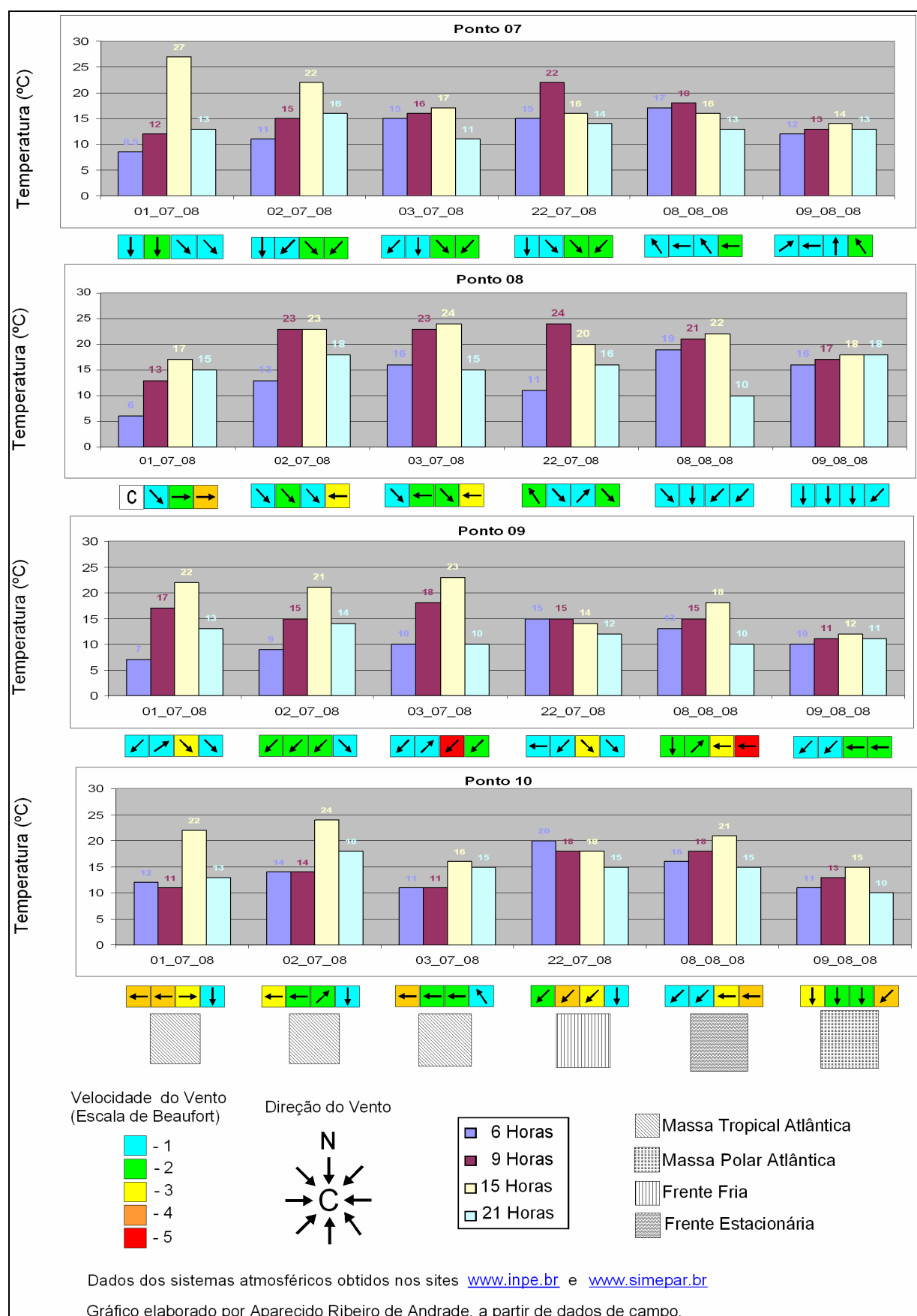
A partir das informações sinóticas obtidas junto ao Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE ([www.inpe.br](http://www.inpe.br)) e ao Instituto Tecnológico SIMEPAR ([www.simepar.br](http://www.simepar.br)), aliadas a dados de temperatura, velocidade e direção do vento, obtidos através de monitoramento de campo, foi possível realizar a análise dos dados, chegando-se ao ritmo diário dos tipos de tempo para a área de estudo.

A partir dessas informações, incluindo-se a Análise Rítmica proposta por Monteiro (1971) e basendo-se no “regional”, por considerá-la a escala mais apropriada à análise geográfica, uma vez que permite um resultado entre o mínimo de generalização com o máximo de proximidade do real, foram organizadas as informações constantes na **Figura 26**.

Apesar da análise proposta através na **Figura 26** não contemplar plenamente a metodologia da Análise Rítmica, pois não evidencia todos os elementos meteorológicos, sua influência é incontestável e serve como parâmetro na comparação entre as condições do tempo centradas nos pontos 7, 8, 9 e 10, representando o percurso de Irati a Guarapuava e demonstrando a dinâmica climatológica identificada nos dias selecionados para o presente estudo.

A análise busca identificar os distintos aspectos do tempo para os pontos selecionados, demonstrando a diferenciação existente a partir do ritmo diário e horário da temperatura do ar, associado às condições atmosféricas predominantes no período. A temperatura do ar foi eleita, para a referida análise, a partir do pressuposto de que sua influência nas condições ambientais como um todo é mais facilmente notada. Além disso, a temperatura do ar é normalmente associada a alternâncias nas condições de vida animal e vegetal, embora os outros elementos do clima também sejam importantes.

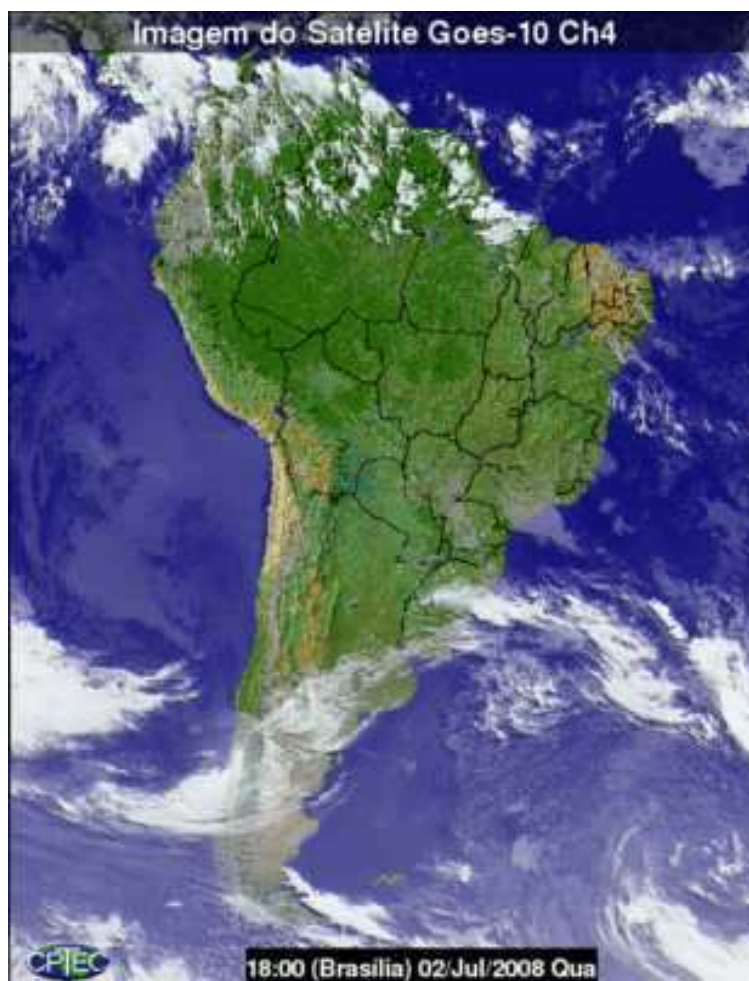
Os dados de temperatura, associados à direção e velocidade dos ventos, considerada a atuação de variadas condições sinóticas, possibilitaram a comparação prévia dos dados coletados em diferentes ambientes estudados. Os pontos selecionados e representados na **Figura 25**, se referem ao percurso de Irati (ponto 7) até Guarapuava (ponto 10), passando pelo sopé da Escarpa da Esperança (ponto 8) e pelo seu cume (ponto 9).



**Figura 25:** Temperatura do ar para os pontos localizados no percurso de Irati a Guarapuava.

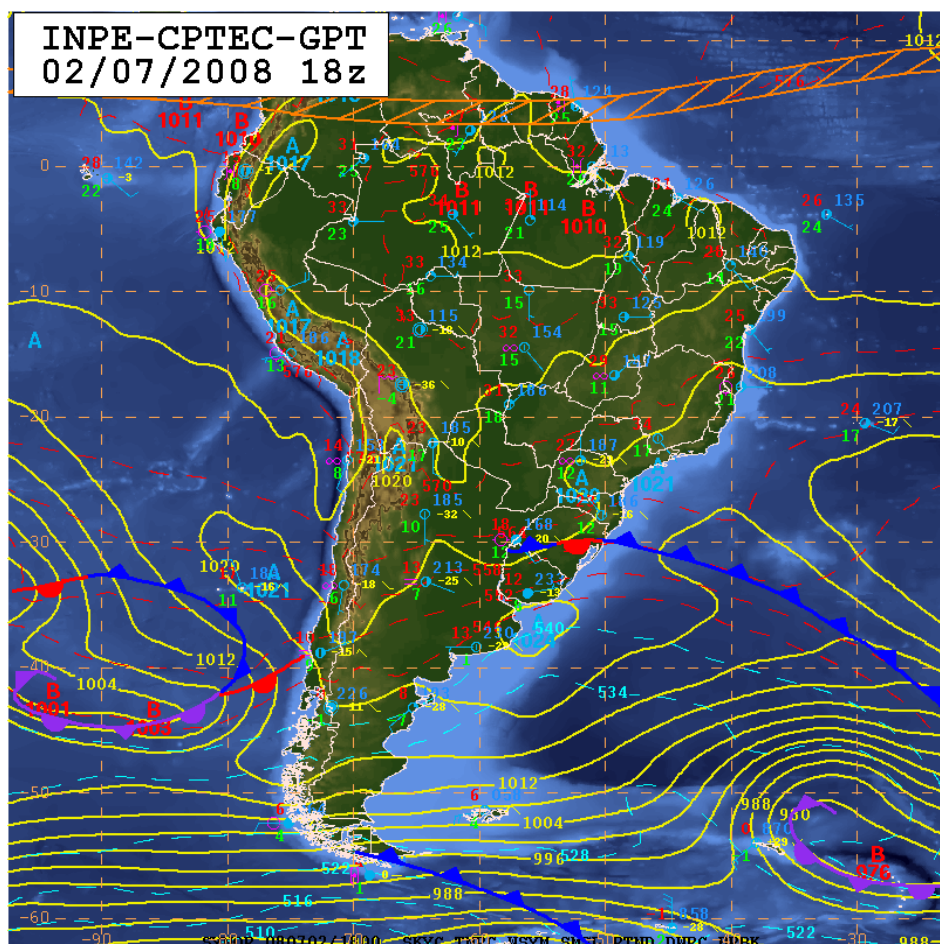
Mais adiante, a análise criteriosa das informações constantes na **Figura 25** será efetuada, mas cabe ressaltar que os dados indicam diferentes condições do tempo, tanto espacial como temporal. A variação da temperatura e do vento foi facilmente verificada nos dados coletados no mesmo dia e horário. Além disso, essa variação também ocorreu nos diferentes dias e horários no mesmo ponto.

Antes de efetuar a comparação dos dados propriamente ditos, convém salientar as condições sinóticas que estavam influenciando o tempo na região, durante o período de coleta de dados. Nos dias 1, 2 e 3 de julho estavam ocorrendo condições sinóticas semelhantes, pois a ação da Massa Tropical Atlântica (mTa) podia ser notada, embora a Massa Tropical Continental (mTc) também estivesse influenciando as condições em boa parte do Brasil, chegando a confundir a análise sinótica, pois a identificação dos centros de ação através da imagem de satélite (**Figura 26**), demonstrou a ocorrência de uma vasta área de predominância de ar seco e quente, mais vinculados à atuação da mTc, mesmo que isso não tenha ocorrido em todo o Paraná. Inclusive, pôde-se perceber uma faixa de umidade na porção mais a Noroeste do Estado, vinculada à ação da mTa.



**Figura 26:** Imagem de satélite do dia 02/07/2008, demonstrando a atuação da massa Tropical Atlântica no Brasil meridional

Entretanto, ao se visualizar a imagem com as isóbaras do mesmo dia e horário (**Figura 27**), fica evidente que a mTc não estava influenciando, predominantemente, as condições do tempo na região Sul do Brasil, apesar de estar agindo em conjunto com a mTa. Essa situação provocou um bloqueio das frentes frias oriundas do Atlântico Sul, evidenciando condições de tempo estável e quente para o estado do Paraná.

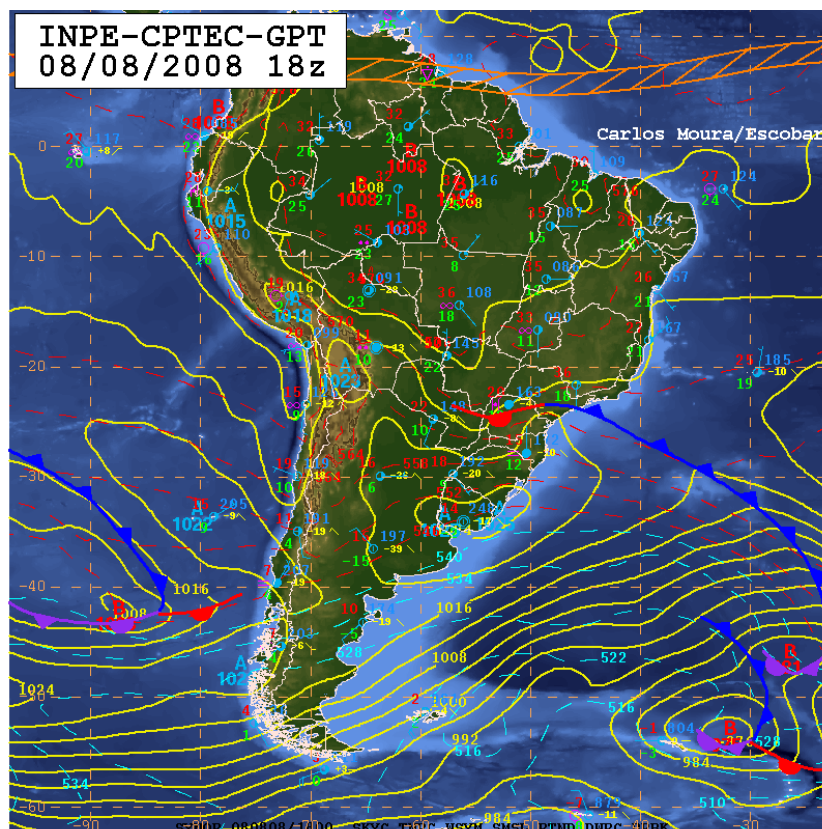


**Figura 27:** Situação sinótica do dia 02/07/2008, com a distribuição barométrica e a consequente delimitação dos centros de ação.

Normalmente, a identificação das condições sinóticas atuantes em uma região é tarefa do meteorologista, por isso a identificação dessas influências é tarefa árdua para o geógrafo, porém não é impossível. As Figuras 29 e 30 comprovam que a região Sul do Brasil estava sob a ação da mTa principalmente, mas a mTc estava agindo um pouco mais ao norte (Mato Grosso), provocando reflexos de sua ação através da ocorrência de tempo estável e quente, o que demonstra um padrão atípico para as condições de inverno austral, que pode, todavia, ocorrer.

Nos dias 22 de julho e 08 e 09 de agosto, as condições do tempo foram alteradas em virtude da entrada de frentes frias oriundas do Atlântico Sul. Tal mudança fica bem caracterizada pela atuação da Massa Polar Atlântica (mPa), plenamente visualizada na **Figura 28**.





não ocorreu de forma tão sistemática, o fato é que o “controle regional” foi identificado nos dados coletados.

Contudo, a variabilidade horária e diária da temperatura influenciou na diferenciação térmica dentro do período, dependendo do horário analisado. Tal fato demonstra que a temperatura teve uma tendência de queda provocada pela influência do jogo das massas de ar, mas as influências locais continuaram agindo e dependendo do horário e do local, embora essa tendência não tenha sido tão claramente notada.

O horário das 06h00min, admitido como representativo da temperatura mínima diária, para todos os dias e locais analisados, demonstrou estabilidade no decorrer do período, apresentando somente uma tendência de temperaturas mais elevadas nos dias 1, 2 e 3 de julho, como ocorreu no ponto 8, com exceção do dia 22 de julho, em que os valores se elevaram. No horário das 15h00min, admitido como representativo da temperatura máxima diária, foi demonstrada claramente a tendência de diminuição da temperatura em praticamente todos os pontos de coleta, com exceção do ponto 8, em que as temperaturas ficaram relativamente homogêneas. Contudo, nota-se que, ressalvadas poucas exceções, o padrão encontrado refletiu a diminuição das temperaturas em condições de tempo associadas à influência da ação da mPa, Frente Estacionária e Frente Fria. A ocorrência de precipitação no decorrer do período, também definiu estabilidade e diminuição nas temperaturas.

A direção e a velocidade do vento não apresentaram um mesmo padrão para os pontos e nem mesmo para os dias. É possível notar que a circulação atmosférica regional não demonstrou influência significativa na dinâmica do vento, pois no mesmo dia existiram ocorrências de direção e velocidade bastante diferenciadas, dependendo do horário e local a serem analisados, fenômeno que ocorreu em praticamente todos os dias analisados. Entretanto, nota-se que a velocidade do vento foi maior nos pontos 9 e 10 para a maioria dos dias, independente das condições do tempo, pontos estes que estão localizados no topo da Escarpa da Esperança em altitudes mais elevadas e próximos da cidade de Guarapuava. Da mesma forma, as temperaturas sofreram um ligeiro decréscimo, no mesmo sentido, ou seja, independente das condições do tempo atmosférico, as temperaturas tenderam a ser menores quanto mais próximo da cidade de Guarapuava for o ponto, demonstrando inequívoca relação entre altitude, vento e temperatura.

Seguindo a mesma metodologia, foram efetuadas as comparações para os pontos de coleta do município de Irati (pontos 1, 4, 5 e 6) e para o município de Guarapuava (pontos 10, 11, 13 e 14), tanto da área urbana, quanto do rural. O que resultou na elaboração das **Figuras 29 e 30**. Diferente da comparação efetuada anteriormente, os dados representados nestas figuras buscam identificar semelhanças e diferenças na variabilidade da temperatura do ar para um mesmo local (município), restringindo a escala de abordagem. Enquanto a análise anterior pressupunha a identificação da dinâmica regional, esta busca avaliar os parâmetros de

variabilidade local, mesmo que exista a comparação em diversos pontos localizados dentro da área urbana com outros localizados na área rural de cada município.

Assim, foi possível verificar se as condições sinóticas possuem ou não maior influência nas condições do tempo do que os aspectos locais, como o uso e ocupação do solo e a altitude em que se localiza o ponto de coleta, aliado aos contornos do relevo. Novamente, vale ressaltar que o elemento temperatura foi selecionado como variável a ser analisada, para definir, principalmente, a relação desse elemento com a velocidade do vento e as condições sinóticas. Com a finalidade principal de demonstrar a realidade urbana e rural, no tocante aos contornos do relevo, os pontos selecionados para a presente análise centraram-se na diferenciação altimétrica (alta e baixa vertente) dos dois ambientes.

A **Figura 29** representa o município de Irati, onde é possível perceber que as temperaturas mínimas, em todos os dias analisados, foram mais baixas nos dois ambientes (rural e urbano), nos pontos localizados na baixa vertente. Esta constatação permite deduzir que, independente da forma de uso e ocupação do solo, a altitude desempenha papel preponderante na diferenciação térmica, para essas dimensões e densidades urbanas.

Da mesma maneira, as condições sinóticas não definem alterações nessa realidade, apesar de influenciarem a variabilidade no decorrer dos dias, pois é possível perceber que as temperaturas mínimas estiveram mais baixas nos dias 1, 2 e 3, sob a ação a mTa, com exceção do dia 03/07/2008, no ponto 1, que apresentou temperatura mínima mais elevada em relação aos dias 22/07/2008 e 09/08/2008. O ponto 6 também apresentou certa coerência com o ponto, com destaque para o dia 03/07/2008, que apresentou a mesma temperatura mínima do dia 08/08/2008. Tais constatações indicam que o ambiente rural apresenta uma dinâmica diferenciada em relação ao ambiente urbano (pontos 04 e 05).

Esta evidência na avaliação da variabilidade da temperatura leva a uma observação interessante, pois se pressupõe que a Frente Fria e a mPa (que agiram nos dias 22/07 e 09/08) provocariam quedas na temperatura do ar, o que ocorreu de forma sistemática na temperatura máxima em praticamente todos os pontos de coleta, mas não na temperatura mínima, que apresentou elevação sistemática, com poucas exceções.

Com relação à direção e velocidade do vento, deve-se destacar que a área rural apresentou calmaria em todos os dias, com destaque para o ambiente de baixa vertente, que, em somente 6 horários, de um total de 24 monitorados, não ocorreram calmarias. De forma contrária, a área urbana não apresentou ausência de vento, com exceção de apenas 2 horários em dias distintos, no ponto localizado no alto da vertente. Contudo, é interessante destacar que o ponto 1 (alta vertente rural) deveria apresentar melhor dispersão dos ventos, ou seja, ventos com a maior velocidade, mas o padrão encontrado refletiu que o ambiente urbano (pontos 4 e 5) têm maiores velocidades do vento. Essa realidade indica que o uso do solo, principalmente pela

presença da vegetação, influencia mais na velocidade vento (diminuição) do que a estrutura urbana.



**Figura 29:** Temperatura do ar para os pontos localizados no município de Irati.

Em Irati, esta metodologia comparativa indica que a dinâmica da circulação atmosférica não apresentou influência nas condições do tempo local, pois tanto a temperatura como a direção do vento estiveram mais vinculadas às influências locais, com ênfase na altitude, uso e



ocupação do solo, realçando principalmente o maior aquecimento na região do ponto 4 (alta vertente urbana), que apresentou maiores velocidades do vento também.

A **Figura 30**, por sua vez, representa os dados coletados para o município de Guarapuava, onde nota-se que as temperatura mínimas se elevaram gradativamente em todos os pontos de coleta, durante o intervalo de 1 a 22/07, mas voltaram a cair nos dias 08 e 09/08, caracterizando uma vinculação com as condições sinóticas regionais. Já a temperatura máxima não teve um padrão tão homogêneo na sua variabilidade, pois oscilou bastante no decorrer do período, mesmo apresentando valores maiores no dia 01/07 e menores no dia 09/08, em praticamente todos os pontos de coleta.

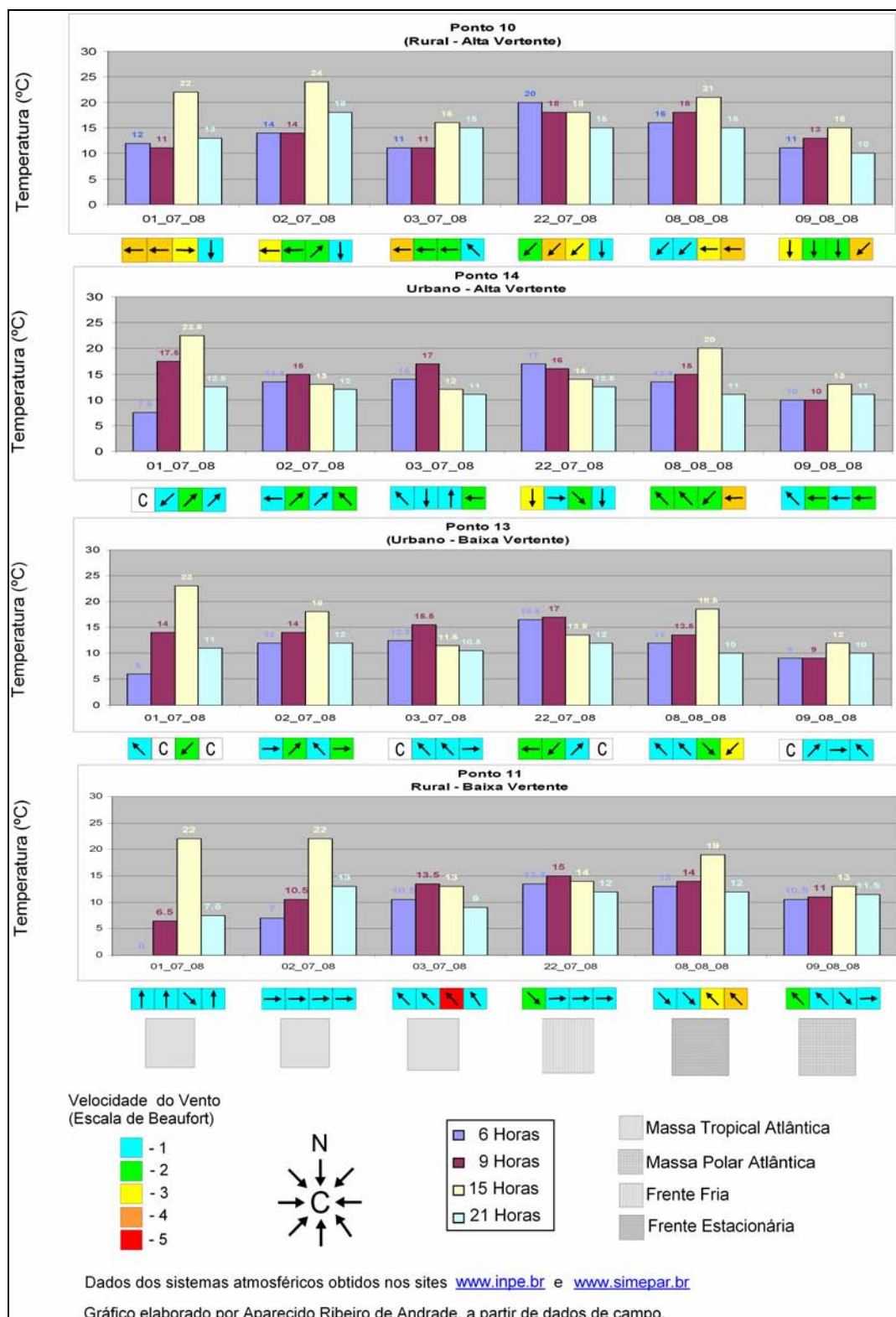
A direção e a velocidade do vento variaram bastante, mas deve ser ressaltado que a área urbana da baixa vertente teve calmarias em praticamente todos os dias de coleta, ao passo que a área rural na alta vertente apresentou os maiores valores de velocidade do vento. Essa dinâmica pode ser, novamente, associada aos processos e intervenções locais, pois a área rural localizada no ponto 10, praticamente não apresentou obstáculos ao movimento do ar, por nela existir pouca vegetação, seu relevo é o mais plano da área do município e estar próxima à rodovia BR 277. Em contrapartida a área urbana de baixa vertente estava localizada bem próxima da região central da cidade, com uma densidade de habitações muito alta, inclusive com a existência de vários prédios residenciais e comerciais.

A comparação da temperatura mínima para os diferentes ambientes (urbano e rural) demonstrou que os pontos dentro da área urbana possuem mínimas menores que o ponto localizado na área rural no alto da vertente, mas são mais elevadas em comparação com o ponto localizado na área rural baixa vertente. Essa realidade se repetiu em praticamente todos os dias, com exceção do dia 03/07. Na comparação para os valores de temperatura máxima, os dados não se mostraram tão homogêneos e a variabilidade de ponto para ponto e de dia para dia, foi bem maior.

No tocante à influência altimétrica (topo e fundo de vale), novamente, a temperatura mínima oferece um padrão de comparação mais visível, pois, tanto na área rural, como na área urbana, os pontos localizados no alto apresentaram maiores temperaturas do que aqueles localizados em locais mais baixos, isto para todos os dias analisados. Isso se deve ao gradiente de temperatura local, ou seja, a tendência é que o ar mais quente se concentre no ambiente mais elevado e o mais frio em fundo de vale, apresentando variabilidade horária bem marcada, influenciada pela diferenciação na radiação incidente e refletida. Além disso, a ocorrência de brisas anabáticas e catabáticas definem essa transferência de ar e umidade de local para local.

Ioshino *et al* (1981), ao tratarem da dinâmica do ar em vertentes e fundos de vale, afirmam que o ar frio se origina nos setores mais elevados da vertente, mas a alta turbulência e o efeito da gravidade fazem com que ocorra um processo de drenagem em direção ao fundo do vale, permanecendo somente o ar mais quente, principalmente durante o dia. Nesse local a

temperatura do solo é mais baixa que a temperatura do ar. No meio da vertente, depois da passagem do ar mais frio, a temperatura sobe lentamente, devido a mudanças na direção e velocidade dos ventos, principalmente à noite. Por fim, nos fundos de vale e em superfícies deprimidas, origina-se um lago de ar frio (*cold air lake*), caracterizado por uma inversão na temperatura do ar.



**Figura 30:** Temperatura do ar para os pontos localizados no município de Guarapuava.

O mesmo não se pode dizer da temperatura máxima, pois apesar de apresentar realidade semelhante na maior parte dos dias e dos pontos, a diferença não foi tão nítida e, em alguns casos, nem ocorreu, como por exemplo, no dia 02/07/2008, em que o ponto localizado na baixa vertente teve temperatura máxima mais elevada em relação ao alto da vertente.

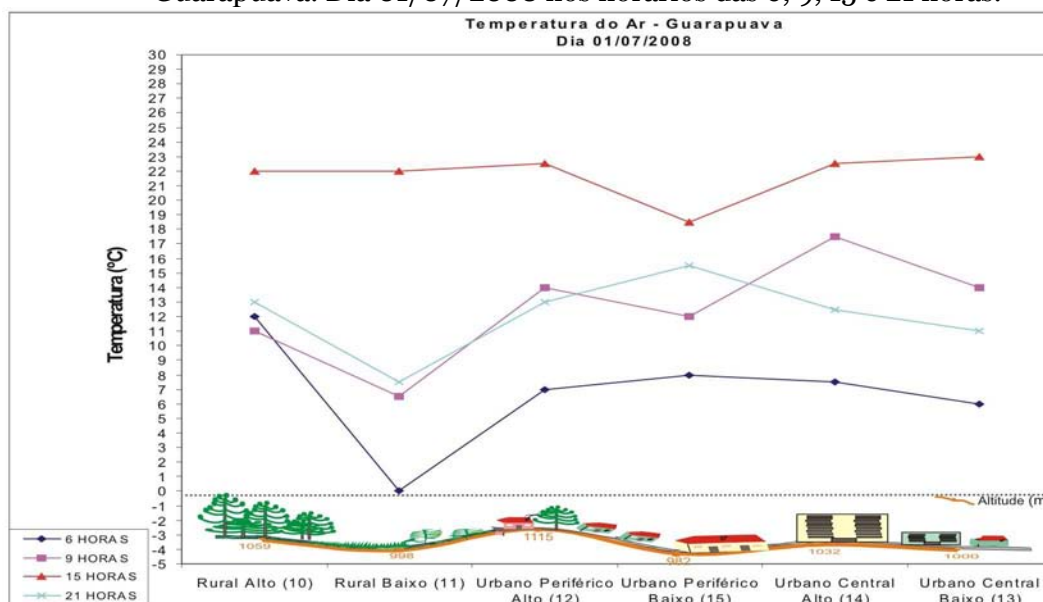
De forma geral, o município de Guarapuava tem a variabilidade da temperatura do ar vinculada às condições sinóticas regionais, apresentando também oscilações locais bem marcadas, influenciadas pelo uso e ocupação do solo, relacionadas com as variações do relevo (altitude, declividade e hipsometria).

#### 4.3 Guarapuava/PR - Dados de temperatura e umidade relativa do ar

No dia 1º de julho de 2008, Guarapuava estava sob a ação de uma massa de ar seco, com ventos de noroeste de intensidade fraca a moderada. O tempo permaneceu estável em todo o Paraná nesse dia. A massa de ar seco dificultou o desenvolvimento de nuvens, conseqüentemente, o sol predominou na maior parte do dia, especialmente no interior do Estado. No início do dia, as temperaturas ficaram baixas e as condições sinóticas não apresentaram indícios da atuação da mPa, mas sim da mTa.

Na análise do **Gráfico 13**, vislumbra-se que a temperatura teve uma evolução diária parecida em todos os pontos de coleta de dados, indicando que, de modo geral, os pontos 10 e 11 (área rural) tiveram temperaturas mais amenas que os outros, da mesma forma que os pontos 13 e 14 (área urbana central) tiveram valores mais elevados e os pontos 12 e 15 (área urbana periférica) valores medianos. Exceção feita ao ponto 15, que apresentou a temperatura mais elevada no horário das 21 horas e a menor no horário das 15 horas, e ao ponto 10, que apresentou a temperatura mais elevada no horário das 06 horas.

**Gráfico 13:** Variabilidade espacial da temperatura do ar no município de Guarapuava. Dia 01/07/2008 nos horários das 6, 9, 15 e 21 horas.



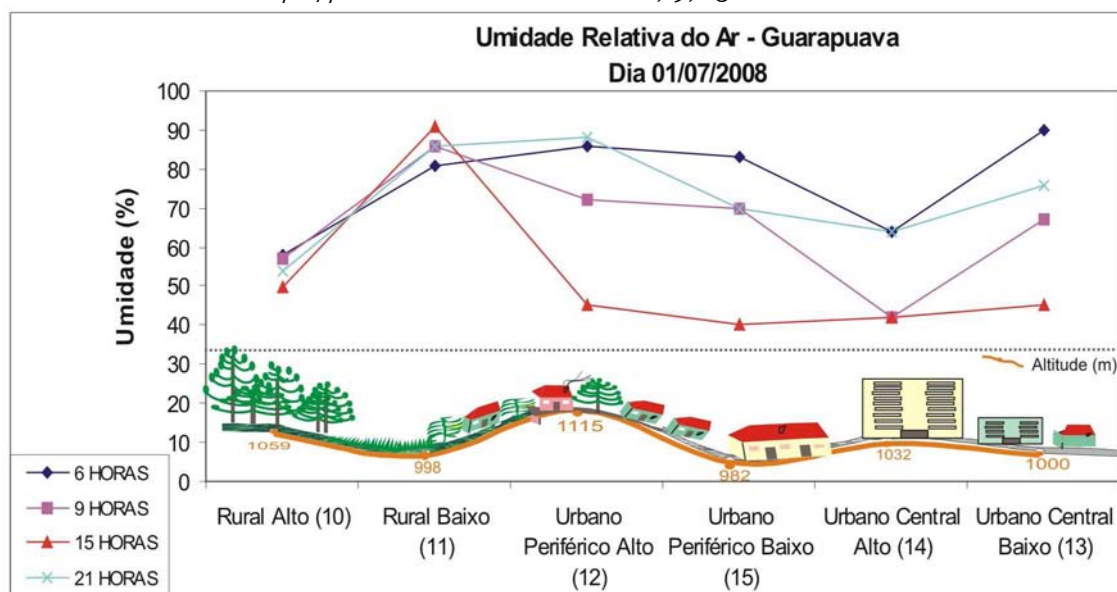
Fonte: Levantamento de campo em 01/07/2008.

Entretanto, ressaltadas as poucas exceções, a maioria dos dados de temperatura do ar coletados para o dia 01/07/2008, indicam que a área urbana esteve sempre mais aquecida do que área rural, principalmente em relação aos pontos localizados na baixa vertente. Mesmo que essa realidade não tenha se repetido em todos os horários, foi possível identificar a relação existente. Merece destaque o fato de que, durante o dia, as temperaturas da área urbana mais elevada foram maiores que a área urbana localizada na periferia, embora à noite, o padrão tenha se invertido. Tal fato pode ser associado à maior capacidade de reflectância do ambiente urbano mais denso, que liberaou calor mais rapidamente que a área menos densa, principalmente no aspecto da impermeabilização do solo.

Notou-se uma tendência de aumento da temperatura da área rural para a urbana, chegando a uma amplitude diária de mais de 15°C, analisando os horários distintos de monitoramento. Contudo, ao terem sido analisadas as temperaturas mais baixas (horário das 6 horas), essa diferenciação (rural/urbano) ficou em torno dos 8°C. O horário que apresentou uma menor diferença de temperaturas foi o das 15 horas, ficando em torno 3°C de diferença.

A umidade relativa do ar (**Gráfico 14**), por sua vez, apresentou taxas relativas baixas na área rural alta (ponto 10), elevando-se na área rural baixa (ponto 11) e diminuindo na área urbanizada (pontos 12 a 15). Porém, essa situação não foi totalmente homogênea, pois no horário das 06 horas, as taxas de umidade relativa do ar aumentaram na área urbana, principalmente no ponto representativo da área urbana baixa. Isto demonstra que nos primeiros momentos do dia a cidade apresentava maiores taxas de umidade relativa do ar, vinculada ao rápido resfriamento da superfície impermeabilizada durante o período noturno.

**Gráfico 14:** Variabilidade espacial da umidade do ar no município de Guarapuava. Dia 01/07/2008 nos horários das 6, 9, 15 e 21 horas.



Fonte: Levantamento de campo em 01/07/2008.

É importante frisar, que, mesmo na diferenciação rural/rural, ou seja, no ponto alto da vertente e no fundo de vale, a diferença de temperatura foi significativa, apresentando 12°C a mais no ponto alto em relação ao baixo. Já na diferenciação urbano/urbano, essa diferença não foi tão significativa, porque o mesmo padrão continuou ocorrendo, ou seja, os pontos mais elevados apresentaram maiores temperaturas e menores taxas de umidade relativa. Embora isso tenha ocorrido de forma sistemática, deve ser salientado que os pontos localizados na área urbana periférica, nos horários das 06 e 21 horas, não apresentaram a mesma evolução, demonstrando uma possível dependência do uso do solo, principalmente pelo fato de o urbano periférico baixo se localizar próximo a uma indústria e ter menos vegetação circundante.

De forma geral, a maioria dos pontos evidenciou uma relação com a maior concentração de ar frio (mais pesado) em áreas menos elevadas e que com contornos do relevo propícios à menor dispersão de ar quente. Entretanto, o uso do solo também pode ter influenciado, pois a maior concentração de vegetação e menor concentração de gases poluentes, por exemplo, definiram a ocorrência de temperaturas mais amenas.

No dia 2 de julho de 2008, os mesmos sistemas de circulação regional do dia anterior continuavam atuando, ou seja, a mTa era o sistema preponderante, mesmo ocorrendo alguma influência da Frente Polar Atlântica (FPA), que estava avançando e apontando para condições desfavoráveis à formação de precipitação, com temperaturas relativamente altas no decorrer do dia.

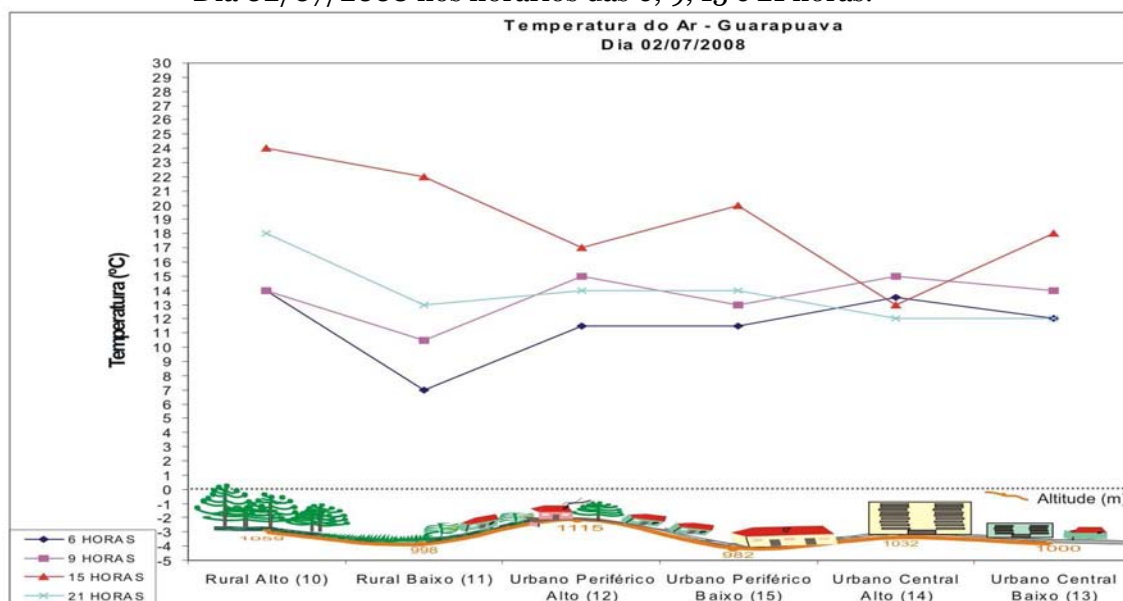
Sobre o Paraná, o tempo seguia estável, sem previsão de chuvas. As nuvens variaram bastante, principalmente ao longo da manhã, e à tarde o Sol apareceu com mais intensidade. As temperaturas seguiram gradativamente elevadas em todos os setores paranaenses e, no município de Guarapuava, os ventos continuavam soprando de noroeste, com intensidade fraca à moderada - influência da mTa (SIMEPAR, 2008).

Os **Gráficos 15** e **16** mostram uma relativa semelhança das condições termo-higrométricas em relação ao dia anterior, ressaltando apenas uma elevação na temperatura mínima registrada (7 °C) e uma dinâmica diferenciada no horário das 15 horas. Nos pontos localizados na área rural, a temperatura esteve mais elevada durante todos os horários no ponto alto, contudo, na área urbana, houve uma inversão e os pontos localizados nos altos das vertentes estiveram menos aquecidos do que aqueles localizados mais abaixo. Essa ocorrência pode ser creditada a uma possível inversão térmica, pois ocorreu um aumento da nebulosidade no decorrer do dia, ficando o céu totalmente limpo só no final da tarde.

Nos **Gráficos 13** e **14**, os dados coletados no horário das 15 horas apresentavam um padrão mais linear, limitando sua variabilidade aos pontos rural baixo (umidade) e periférico baixo (temperatura). Nos **Gráficos 15** e **16**, já é possível notar uma maior variabilidade, principalmente através da ocorrência de uma queda na temperatura das áreas urbanas em

relação ao rural alto, com ênfase nos pontos 12, 13 e 14, representando a área periférica alta e as áreas centrais, tanto baixa como alta, respectivamente.

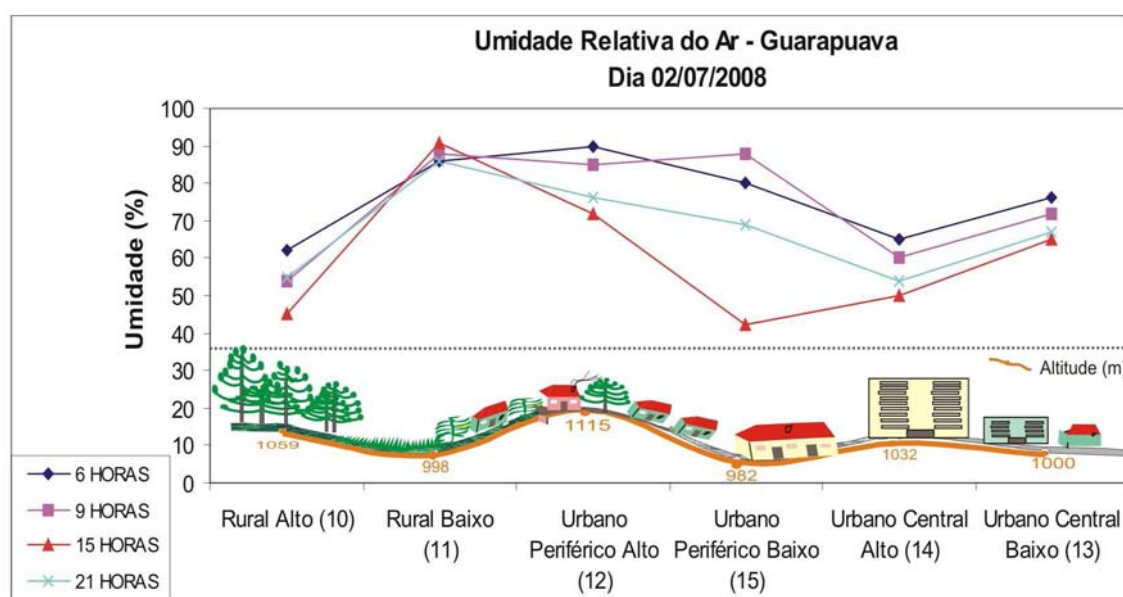
**Gráfico 15:** Variabilidade espacial da temperatura do ar no município de Guarapuava. Dia 02/07/2008 nos horários das 6, 9, 15 e 21 horas.



Fonte: Levantamento de campo em 02/07/2008.

A temperatura e a umidade demonstraram uma evolução inversamente proporcional, ou seja, nos pontos em que a temperatura aumentou a umidade diminuiu, confirmando o fato de que a variação desses dois elementos do clima está fortemente vinculada. Neste caso, a variação na altitude e no uso/ocupação do solo, não influencia o aporte de vapor de água na atmosfera, o que causaria maior saturação do ar.

**Gráfico 16:** Variabilidade espacial da umidade do ar no município de Guarapuava. Dia 02/07/2008, nos horários das 6, 9, 15 e 21 horas.



Fonte: Levantamento de campo em 02/07/2008.

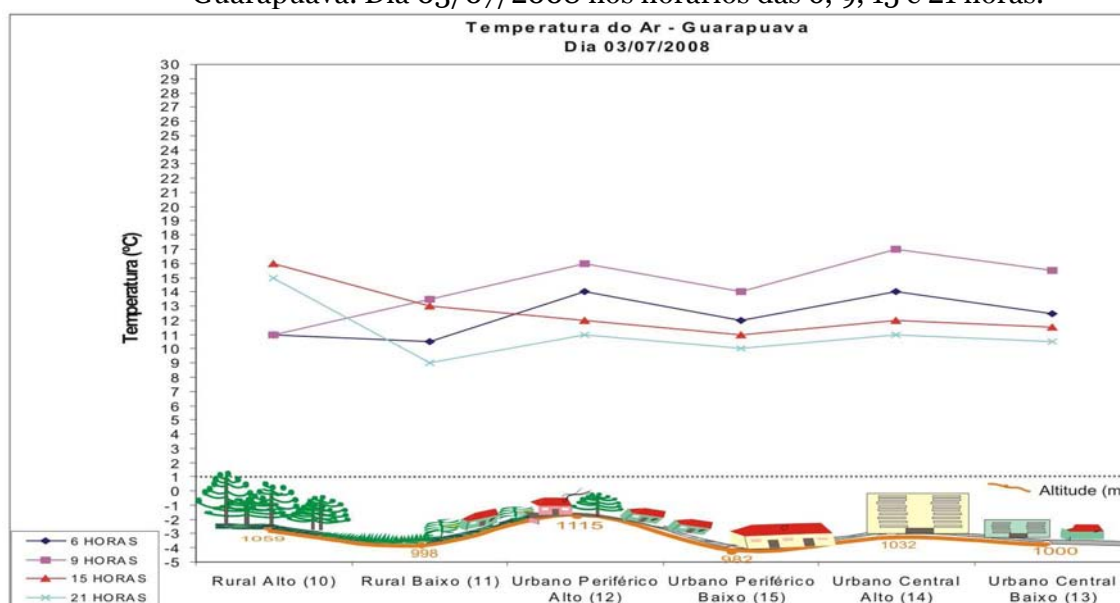


No dia 03/07/2008, a frente fria (FPA) avançou pelo sul do Brasil e, pela manhã, a instabilidade atmosférica foi mais significativa entre o Rio Grande do Sul até o sul de Santa Catarina. Entre a tarde e a noite, as áreas de instabilidade avançaram até a área central do sul do Paraná, ocorrendo condições atmosféricas favoráveis às rajadas de fortes ventos, com trovoadas entre o sudoeste e o centro-sul do Paraná.

Em Guarapuava, as condições do tempo continuaram as mesmas dos dias anteriores, ou seja, céu limpo, com ventos fracos a moderados de noroeste e ar seco. As temperaturas mínimas (6 horas) se elevaram, diminuindo bastante o gradiente térmico e reduzindo a facilidade na delimitação de diferenças de temperatura nos ambientes de coleta de dados. Contudo, essa relativa dificuldade não impediu a identificação da continuidade do padrão verificado anteriormente, representado por maiores temperaturas em altitudes mais elevadas e em áreas urbanas mais densamente povoadas, como, por exemplo, a diferença entre os pontos 11 (rural baixo) e 12 (urbano alto) que chegou a 3,5°C nos horários das 06 e 09 horas. (**Gráfico 17**).

A única exceção encontrada foi para o horário das 15 horas, em que o padrão se inverteu, com os pontos em ambiente rural apresentando temperaturas mais elevadas, principalmente no ponto localizado no alto da vertente. O alto da vertente rural, por se localizar próximo à rodovia (área pavimentada), pode ter tido influência mais significativa do uso do solo, enquanto o ponto mais baixo desse ambiente apresentou temperatura bem próxima do ambiente urbano, eliminando a ocorrência da ilha de calor.

**Gráfico 17:** Variabilidade espacial da temperatura do ar no município de Guarapuava. Dia 03/07/2008 nos horários das 6, 9, 15 e 21 horas.



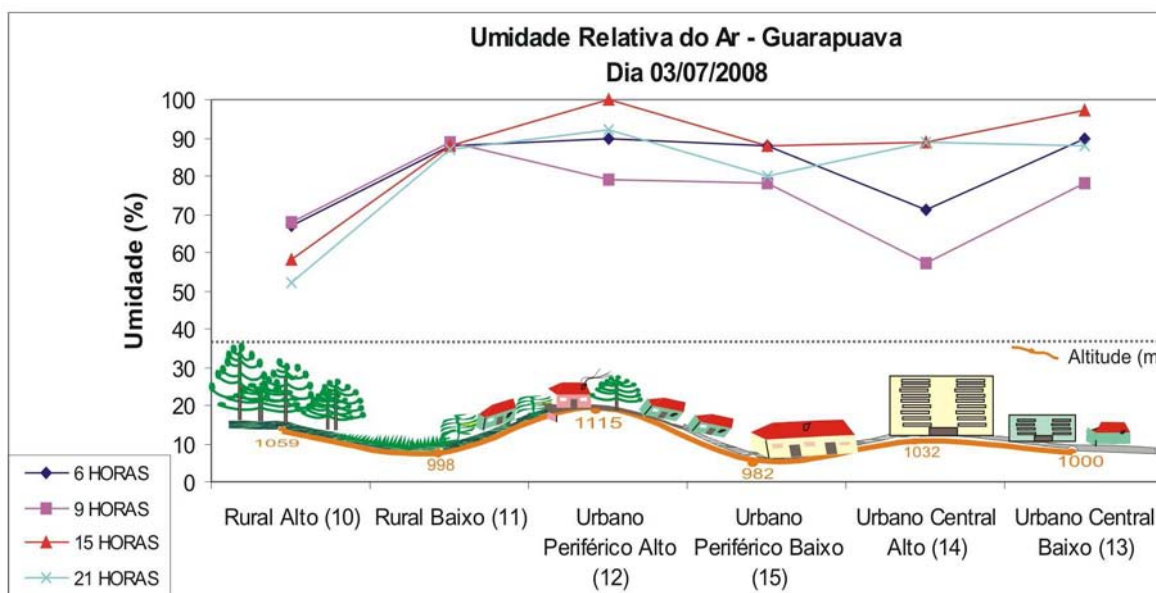
Fonte: Levantamento de campo em 03/07/2008.

Contudo, é possível perceber que o horário das 15 horas, principalmente na área urbana, apresentou temperaturas mais amenas do que os horários das 06 e 09 horas. O que ocorreu,

nesse dia, foi uma pequena precipitação no meio da tarde. Tal evento não foi considerado significativo e, provavelmente, esteve associado à convecção, pois a chuva foi de pouca intensidade e bem localizada. Durante algumas horas da tarde, o céu permaneceu parcialmente encoberto, em virtude dessa ocorrência. Assim, apesar da definição para toda a área do município ser de céu limpo e tempo estável, na área urbana, por algumas horas do dia, essa situação mudou.

A umidade relativa do ar (**Gráfico 18**) acompanhou os padrões da temperatura de forma inversa. Ressalta-se apenas a estabilidade identificada no ponto 10, o qual apresentou taxas de umidade baixas, não sofrendo variação significativa em relação aos dias anteriores. Este ponto não demonstrou a mesma coerência dos outros, pois apesar da temperatura ter diminuído um pouco, a umidade se manteve constante.

**Gráfico 18:** Variabilidade espacial da umidade do ar no município de Guarapuava. Dia 03/07/2008 nos horários das 6, 9, 15 e 21 horas.



Fonte: Levantamento de campo em 03/07/2008.

No dia 22/07/2008, entre o Rio Grande do Sul, Santa Catarina e o Paraná, observou-se nebulosidade associada a uma onda frontal (ciclone extratropical). Áreas de instabilidade em altitude conhecidas como cavado favoreceram a ocorrência de pancadas de chuva, (CPTEC/INPE, 2008).

As chuvas se fizeram presentes no centro, sul e leste do estado, especialmente na região dos campos gerais, onde a intensidade foi moderada com trovoadas, fato que ocorreu em Guarapuava durante boa parte do dia. Os ventos sopraram de sudoeste com intensidade fraca à moderada.

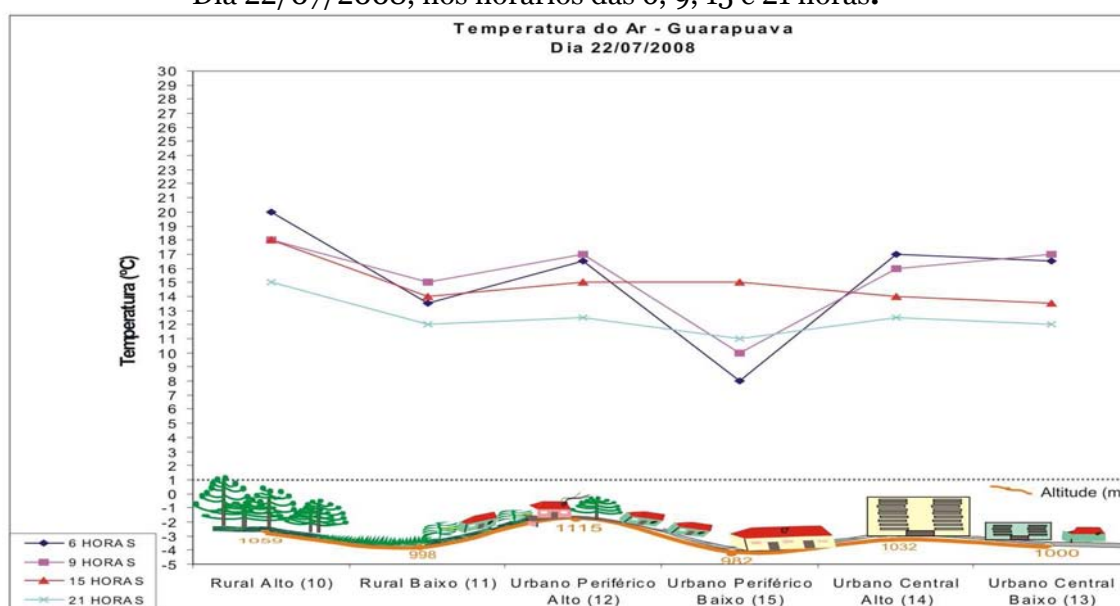
O **Gráfico 19** demonstra o ritmo da temperatura do ar para o dia 22/07/2008 e, apesar das condições do tempo terem se alterado, o padrão de variabilidade permaneceu o mesmo em



relação aos outros dias, principalmente com relação ao dia 03/07/2008. Esta afirmação está centrada na hipótese de que a área urbana continuou mais quente que a rural, pois os pontos 12, 13 e 14 (área urbana) apresentaram temperaturas iguais ou mais elevadas que o ponto 11 (área rural) na maioria dos dias e horários monitorados, com exceção dos pontos 15 (urbano periférico baixo) e 10 (rural alto).

No rural alto, a temperatura esteve mais elevada em todos os horários. Já no periférico baixo, as temperaturas estiveram mais baixas, com exceção do horário das 15 horas. Pode-se notar também que as temperaturas mínimas subiram e as máximas diminuíram em relação aos dias 1 e 2/7/2008. Convém salientar que, na parte da manhã, o tempo estava estável, com céu limpo, enquanto na parte da tarde e início da noite ocorreram precipitações no decorrer do período, fazendo com que a temperatura do ar, na maioria dos pontos, ficasse mais amena nos horários das 15 e 21 horas, comparada com os horários das 06 e 09 horas.

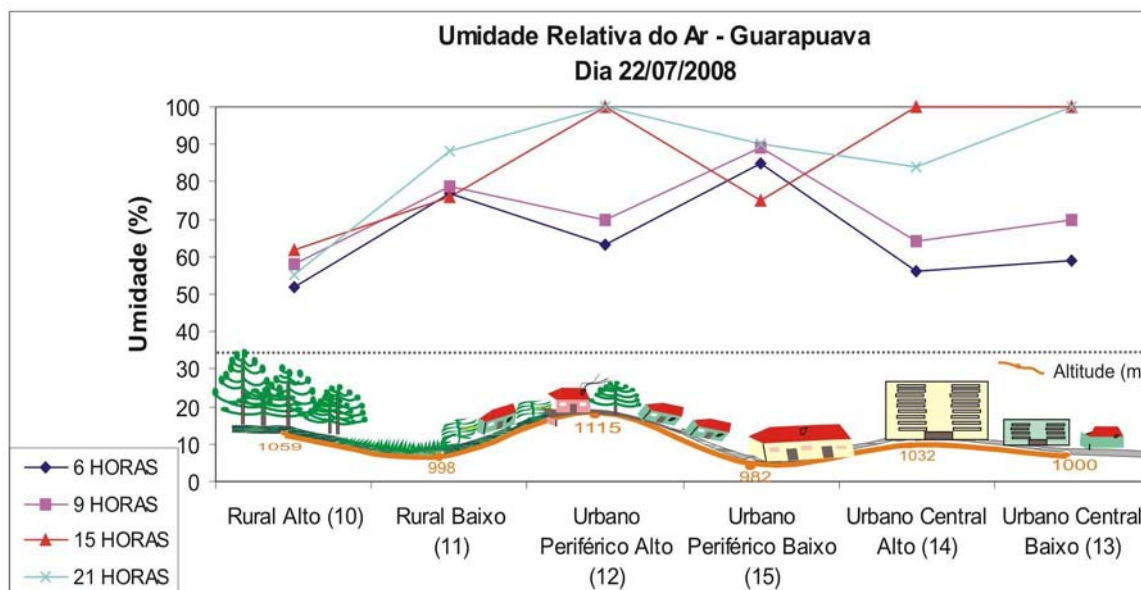
**Gráfico 19:** Variabilidade espacial da temperatura do ar no município de Guarapuava. Dia 22/07/2008, nos horários das 6, 9, 15 e 21 horas.



Fonte: Levantamento de campo em 22/07/2008.

A mudança ocorrida nos padrões meteorológicos fez com que a umidade relativa do ar (**Gráfico 20**) se elevasse, principalmente em virtude da ocorrência de chuvas esporádicas no decorrer do dia. Ressalta-se novamente, as baixas umidades apresentadas no ponto 10, o que leva à possibilidade de problemas na leitura do termômetro de bulbo úmido, uma vez que os dados de temperatura não confirmam o baixo teor de umidade registrada, destoando dos outros pontos de coleta.

**Gráfico 20:** Variabilidade espacial da umidade do ar no município de Guarapuava. Dia 22/07/2008 nos horários das 6, 9, 15 e 21 horas.



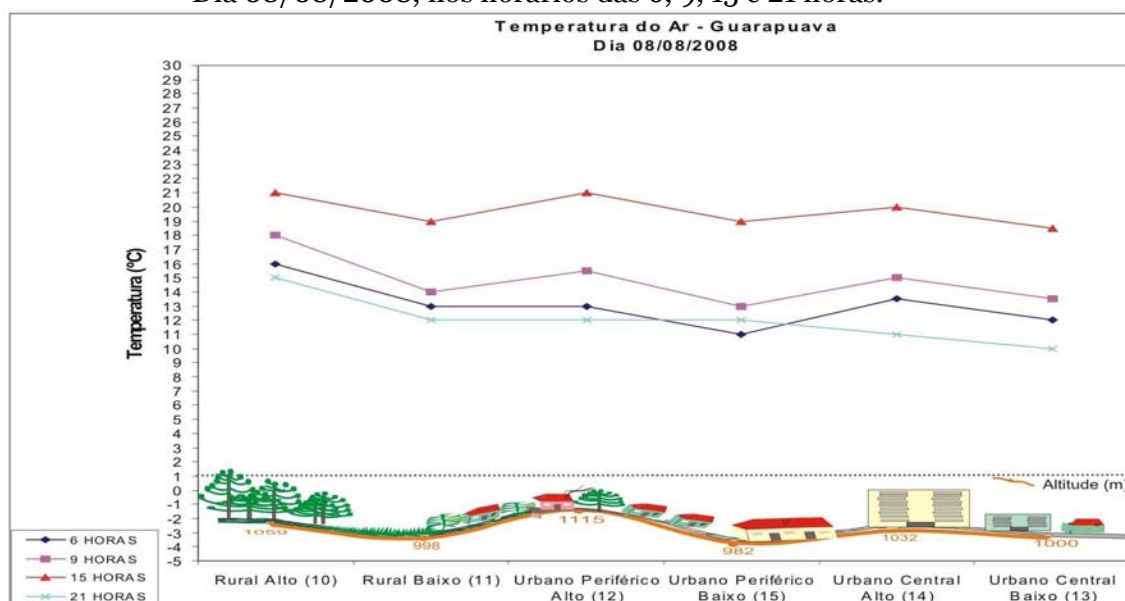
Fonte: Levantamento de campo em 22/07/2008.

Nos dias 8 e 9 de agosto verificaram-se muitas nuvens em toda a área do Paraná, devido a máximos de vento em altitude associada ao deslocamento de uma área de baixa pressão em níveis médios da atmosfera conhecida como cavado (sistema frontal), que se enfraqueceu e perdeu sua ascendência sobre as condições do tempo local, culminando com a predominância das condições associadas à ação da FPA (CPTEC/INPE, 2008).

A atuação da FPA influenciou para que o tempo ficasse instável no Paraná e as chuvas fossem intensas em algumas regiões do estado, acompanhadas de trovoadas, mas principalmente na faixa norte, variando de intensidade nos demais setores. As temperaturas seguiram amenas em Guarapuava, variando de 21 °C (máxima) a 7 °C (mínima), principalmente durante o dia 09 de agosto, em função da atuação da frente fria, o que provocou a ocorrência de muita nebulosidade.

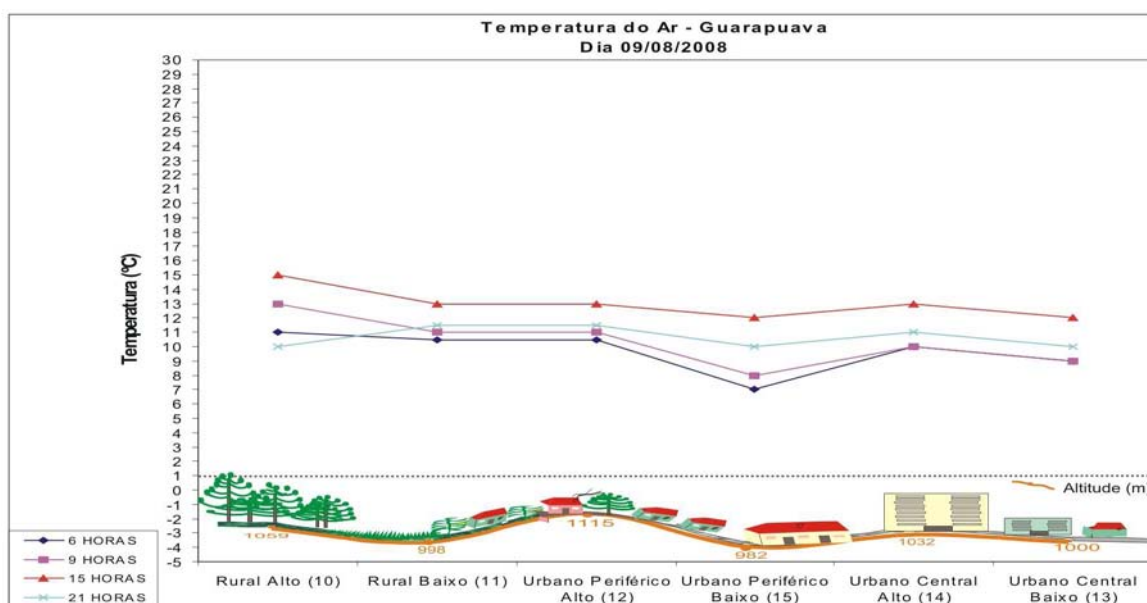
Em Guarapuava, ocorreram pancadas de chuva durante todo o dia e as temperaturas se mantiveram constantes, com ventos de sudoeste variando de fraca à moderada intensidade. Dessa forma, os **Gráficos 21** e **22** representam a variabilidade da temperatura para os dias 8 e 9/08/2008, que continuaram seguindo o mesmo padrão já apresentado, em que o alto das vertentes estiveram mais aquecidos nos respectivos ambientes. Porém, o rural alto em comparação com os pontos do ambiente urbano, sempre esteve mais aquecido. Merece destaque o fato de terem ocorrido menores diferenciações entre os pontos de coleta de dados entre os horários monitorados, principalmente no dia 09/08/2008.

**Gráfico 21:** Variabilidade espacial da temperatura do ar no município de Guarapuava. Dia 08/08/2008, nos horários das 6, 9, 15 e 21 horas.



Fonte: Levantamento de campo em 08/08/2008.

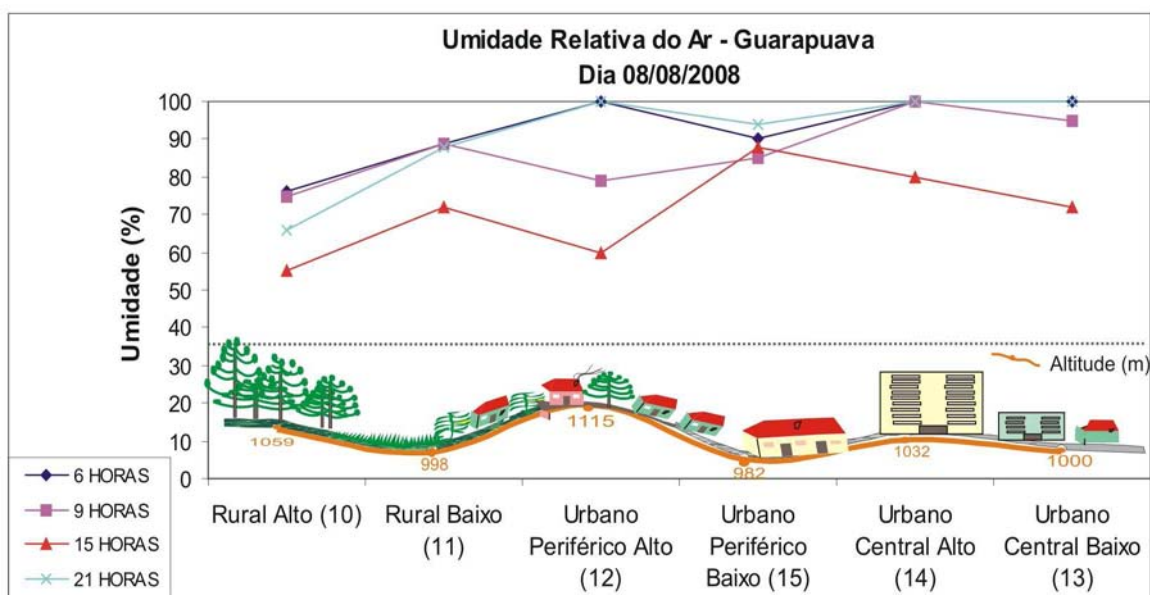
**Gráfico 22:** Variabilidade espacial da temperatura do ar no município de Guarapuava. Dia 09/08/2008, nos horários das 6, 9, 15 e 21 horas.



Fonte: Levantamento de campo em 09/08/2008.

Os **Gráficos 23 e 24** apresentam os dados de umidade relativa do ar para os dias 08 e 09 de agosto. A análise de tais informações propicia a conclusão de que o teor de umidade do ar está totalmente associado à temperatura do ar, mas o uso e ocupação do solo também podem estar influenciando, pois o Ponto 10 (próximo à rodovia BR 277, em uma área totalmente pavimentada e sem nenhuma vegetação) apresentou as taxas de umidade mais baixas, independente das condições do tempo.

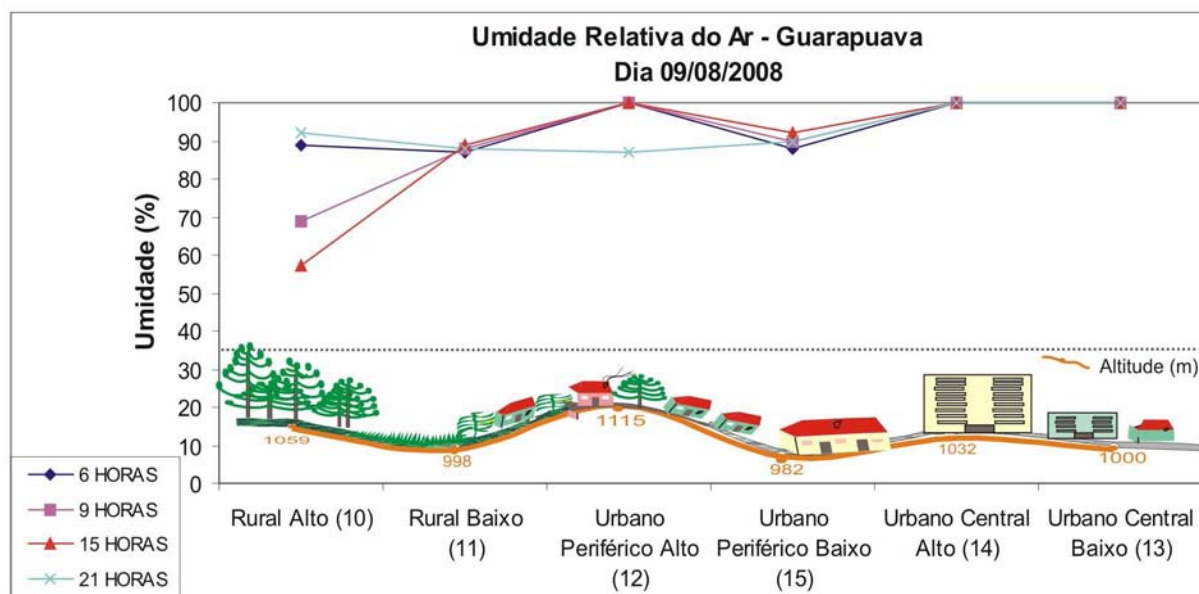
**Gráfico 23:** Variabilidade espacial da umidade do ar no município de Guarapuava. Dia 08/08/2008, nos horários das 6, 9, 15 e 21 horas.



Fonte: Levantamento de campo em 08/08/2008.

Em contrapartida, o Ponto 11 (fundo de vale rural, com densa vegetação arbórea e arbustiva, além do plantio de pequenas propriedades familiares), apresentou as taxas mais elevadas em praticamente todos os dias monitorados. Exceção feita aos dias chuvosos (8 e 09/08), em que a precipitação controlou o teor de umidade.

**Gráfico 24:** Variabilidade espacial da umidade do ar no município de Guarapuava. Dia 09/08/2008, nos horários das 6, 9, 15 e 21 horas.



Fonte: Levantamento de campo em 09/08/2008.

Os Gráficos 21 a 24, foram analisados de forma diferenciada dos anteriores, metodologia vinculada ao fato que os dias 08 e 09 de agosto foram representativos de condição

de chuva para a área de estudo. Por isso, a análise das temperaturas do ar foi efetuado primeiro, para, em seguida, serem apresentados os dados de umidade relativa do ar, seguindo o mesmo procedimento, ou seja, considerando os dois dias (8 e 9) como sendo semelhantes. A mesma metodologia será utilizada nas análises de Irati e para os pontos do percurso Irati-Guarapuava.

Os Pontos 12, 13, 14 e 15 (localizados no perímetro urbano) apresentaram uma relativa homogeneidade nas taxas de umidade do ar, não sendo possível identificar um padrão de diferenciação marcante. A única exceção foi o ponto 15 (área urbana periférica) com taxas mais elevadas em relação aos outros, na maioria das amostras.

#### 4.4 Irati/PR - Dados de temperatura e umidade relativa do ar

Em Irati, os padrões da circulação atmosférica foram os mesmos, por isso não se faz necessária nova descrição da dinâmica atmosférica. Todas as informações contidas no item anterior aplicam-se a este, com pouca informação diferenciada, que será devidamente apresentada quando necessário.

O município de Irati apresentou tempo bom, com céu limpo e ventos fracos a moderados do quadrante norte e sem ocorrência de precipitação, no período de 1º a 03 de julho de 2008, ficando bem característica a predominância da influência da circulação atmosférica regional sobre as condições do tempo, ou seja, no decorrer dos dias a influência da dinâmica das massas de ar preponderou em toda a região. Embora o presente estudo pretenda provar que a variabilidade horária e espacial (de ponto para ponto) não ocorreu de maneira tão linear, mesmo tendo uma certa dependências dos sistemas atmosféricos, as condições do relevo e do uso e ocupação do solo, numa perspectiva topoclimática, tornaram a realidade local mais complexa.

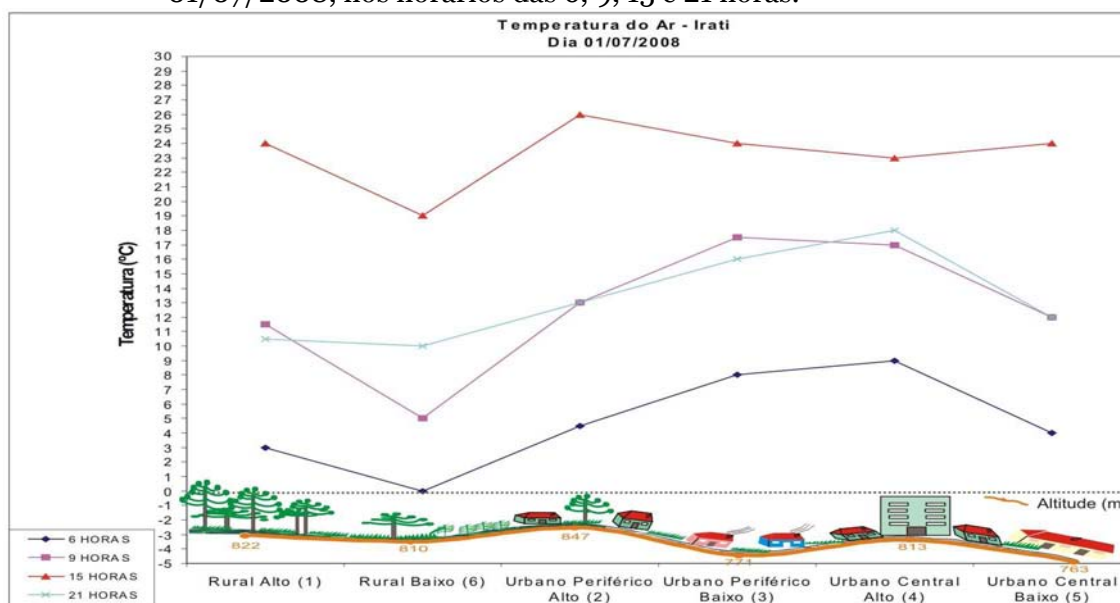
A análise do **Gráfico 25** (temperatura) demonstra uma amplitude térmica bem marcada, com temperaturas mínimas facilmente identificadas no horário das 06 horas, subindo no horário das 09 horas e atingindo o máximo no horário das 15 horas, voltando a cair no horário das 21 horas. Esse padrão foi identificado em todos os pontos de coleta de forma bastante semelhante.

O padrão verificado na variabilidade espacial da temperatura do ar para Irati no dia 01/07/2008, permite identificar que o ponto localizado no alto da vertente rural sempre esteve mais aquecido do que o ponto rural baixo. Os pontos localizados na área urbana apresentaram temperaturas mais elevadas do que os pontos da área rural em todos os horários monitorados. Tal dinâmica pressupõe a semelhança no padrão encontrado para Guarapuava, em que os pontos da área rural são menos aquecidos, da mesma forma que os pontos localizados no alto das vertentes, demonstrando inequívoca influência da diferenciação altimétrica, associada com o uso e ocupação do solo. Contudo, nos horários das 6, 9 e 21 horas, a temperatura se elevou no



ponto urbano periférico baixo, em comparação com o urbano periférico alto, definindo uma exceção. Outro fato a ser observado, é que o ponto urbano central alto teve temperaturas mais amenas que o ponto central baixo, embora essa situação tenha ocorrido somente no horário das 15 horas.

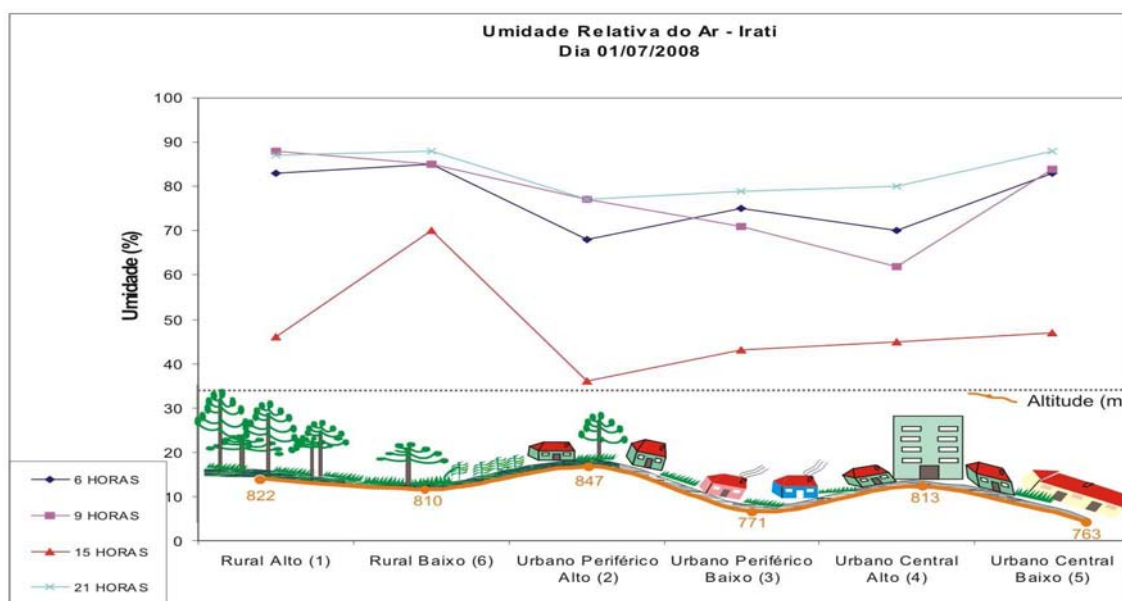
**Gráfico 25:** Variabilidade espacial da temperatura do ar no município de Irati. Dia 01/07/2008, nos horários das 6, 9, 15 e 21 horas.



Fonte: Levantamento de campo em 01/07/2008.

Tanto a temperatura quanto a umidade (**Gráfico 26**) tiveram variações parecidas de ponto a ponto, demonstrando uma coerência no seu ritmo diário, pois os pontos e horários com temperaturas mais elevadas, apresentaram um teor de umidade menor.

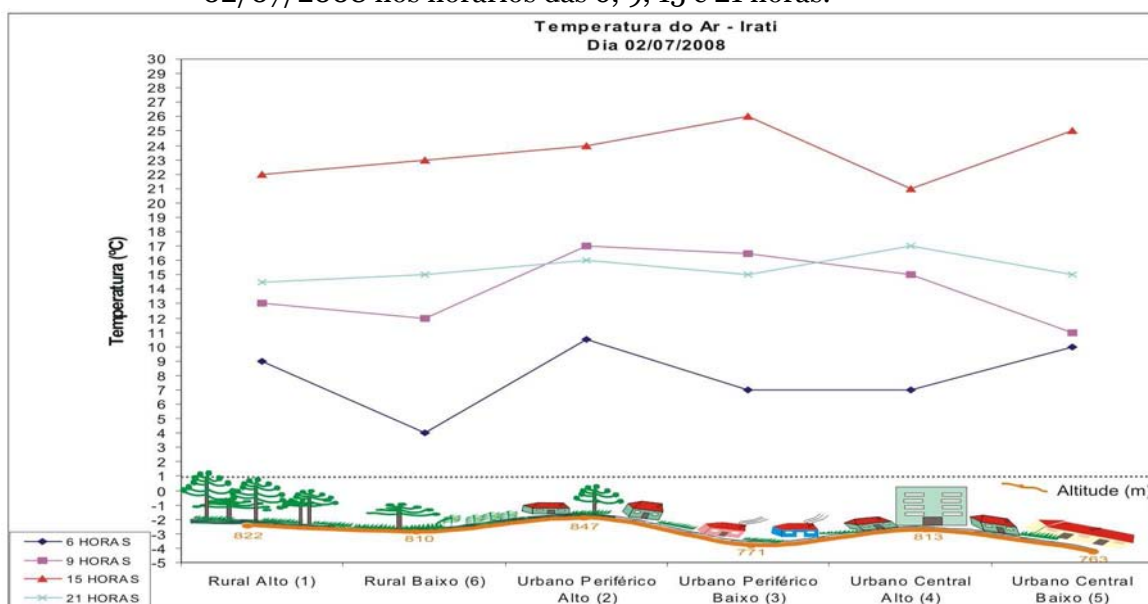
**Gráfico 26:** Variabilidade espacial da umidade do ar no município de Irati. Dia 01/07/2008, nos horários das 6, 9, 15 e 21 horas.



Fonte: Levantamento de campo em 01/07/2008.

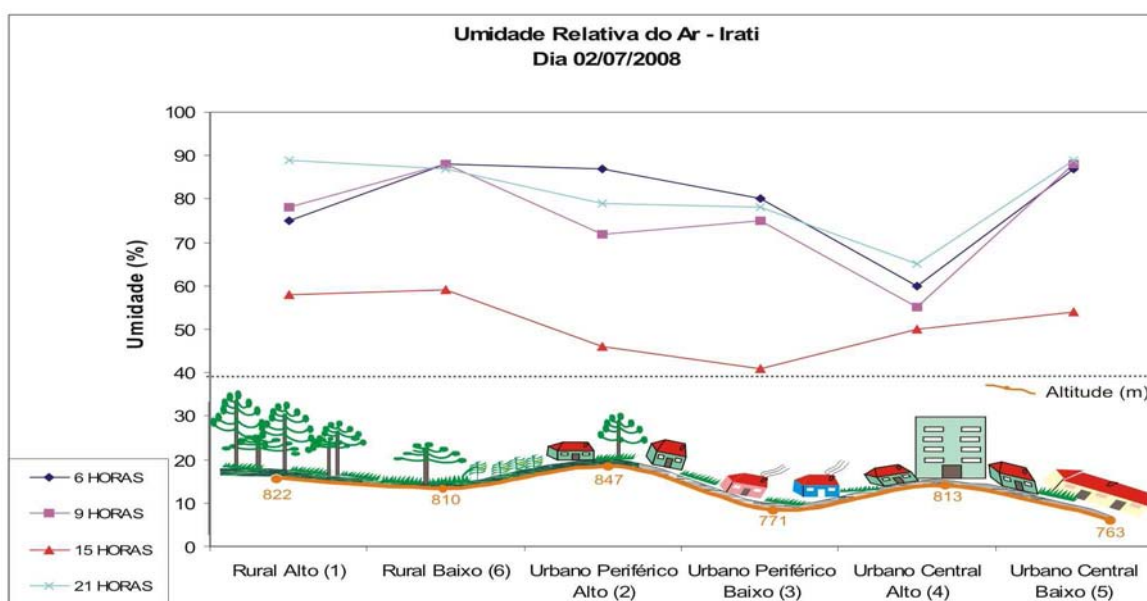
No dia 02 de julho, os dados de temperatura e umidade (**Gráficos 27 e 28**) demonstraram uma pequena queda de temperatura, bem como na sua amplitude. De forma inversamente proporcional, a umidade relativa do ar se elevou um pouco, demonstrando uma situação bem parecida com a do dia 01 de julho no que se refere à diferenciação horária e de ponto para ponto.

**Gráfico 27:** Variabilidade espacial da temperatura do ar no município de Irati. Dia 02/07/2008 nos horários das 6, 9, 15 e 21 horas.



Fonte: Levantamento de campo em 02/07/2008.

**Gráfico 28:** Variabilidade espacial da umidade do ar no município de Irati. Dia 02/07/2008, nos horários das 6, 9, 15 e 21 horas.

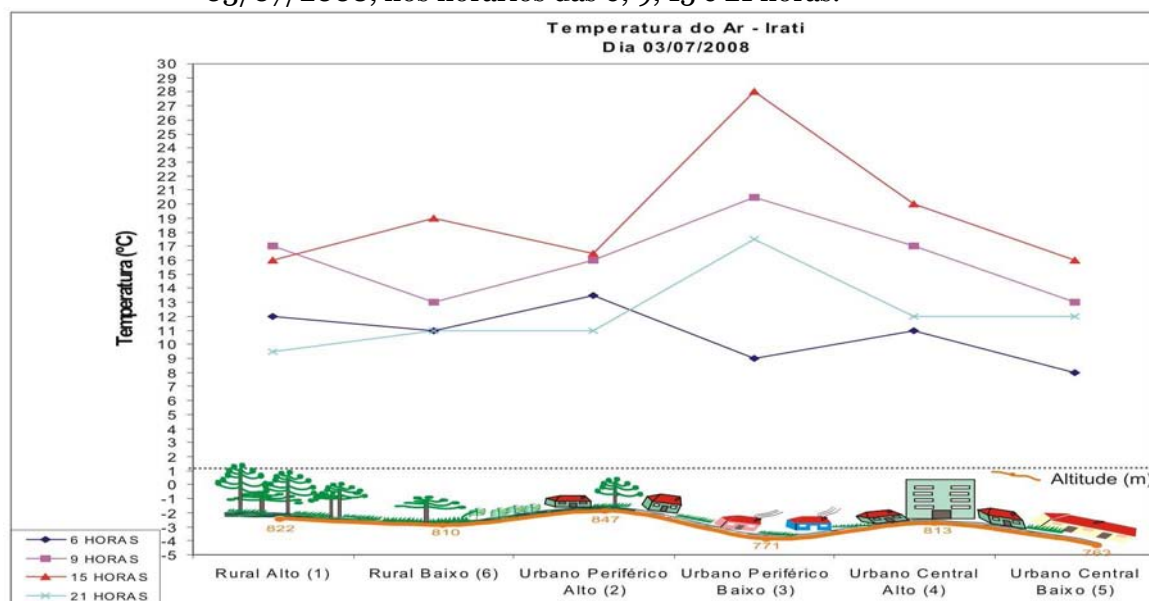


Fonte: Levantamento de campo em 02/07/2008.

No dia 03 de julho, as temperaturas caíram um pouco mais, tanto em valores absolutos quanto em amplitude, demonstrando certa estabilidade do tempo (**Gráfico 29**). Com

referência à umidade do ar, nota-se que as taxas relativas se elevaram e a amplitude diária também diminuiu (**Gráfico 30**).

**Gráfico 29:** Variabilidade espacial da temperatura do ar no município de Irati. Dia 03/07/2008, nos horários das 6, 9, 15 e 21 horas.



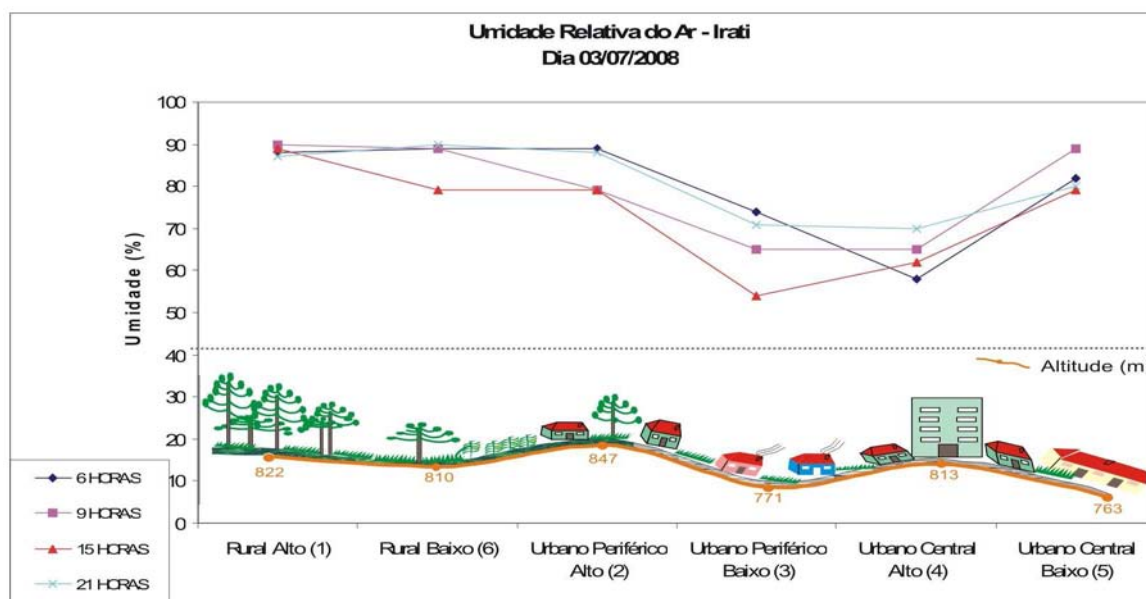
Fonte: Levantamento de campo em 03/07/2008.

Vale ressaltar que o horário das 06 horas apresentou uma discordância em relação aos outros horários monitorados, tanto nos dados de temperatura como umidade (**Gráficos 29 e 30**). No caso da temperatura do ar, percebeu-se um aumento significativo a partir do horário das 09 horas no ponto 3, mudando o padrão que vinha ocorrendo. Desta forma, o horário das 06 horas apresentou dados mais coerentes, enquanto os outros horários provavelmente tiveram influência de algum fator não meteorológico. A possível explicação está na questão dos poluentes do ar, pois o ponto 3 encontra-se próximo de uma indústria de fósforo, causando aporte de gases ao ambiente em determinados dias e horários, que não foram monitorados. Esses gases podem causar o aquecimento momentâneo do ar, numa escala micro e até topoclimática.

Com relação à umidade relativa do ar, a discordância também está no ponto 3, que apresentou menores taxas de umidade do que o ponto localizado na alta vertente, quando o padrão que vinha ocorrendo era inverso. Novamente, a possível explicação está vinculada à interferência da dinâmica urbana nas condições do tempo. Neste caso, essa dinâmica estaria associada ao aporte de gases poluentes, originados das atividades fabris mais intensas nesse dia.



**Gráfico 30:** Variabilidade espacial da umidade do ar no município de Irati. Dia 03/07/2008, nos horários das 6, 9, 15 e 21 horas.



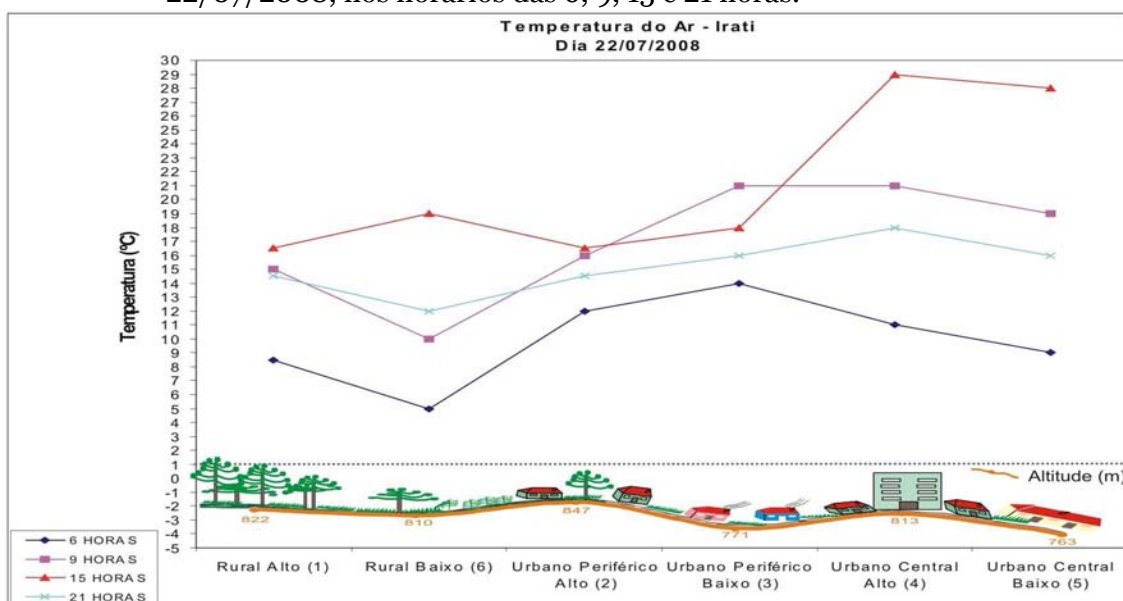
Fonte: Levantamento de campo em 03/07/2008.

No dia 22 de julho ocorreram chuvas leves e os ventos sopraram de sudeste com intensidades fracas a moderadas na área do município de Irati, influenciando as temperaturas locais. Nesse dia, as medidas de temperatura realizadas apresentaram um ligeiro decréscimo em relação ao período anterior (1º a 03/07), mas continuaram com a mesma tendência. Área rural com temperaturas menores (cerca de 10 °C de diferença).

Nota-se que a altitude influencia mais na diferenciação de temperatura do que o uso do solo, pois os dados coletados em áreas de cobertura do solo semelhante (urbano central e urbano periférico) apresentaram valores diferenciados, conforme se pode visualizar no **Gráfico 31**. Essa constatação não significa que todos os horários tiveram o mesmo ritmo, mas sim a grande maioria deles. A única exceção ocorre no horário das 15 horas, em que o rural baixo esteve mais aquecido que o rural alto.

No restante dos horários e locais, o padrão verificado sempre foi o mesmo (alto da vertente mais aquecido em relação ao local baixo), nos diferentes ambientes (rural, urbano periférico e urbano central). Outra constatação é de que o ambiente rural, com exceção do horário das 15 horas, sempre esteve menos aquecido que o ambiente urbano. Neste caso, o uso e ocupação do solo, tiveram influência mais significativa.

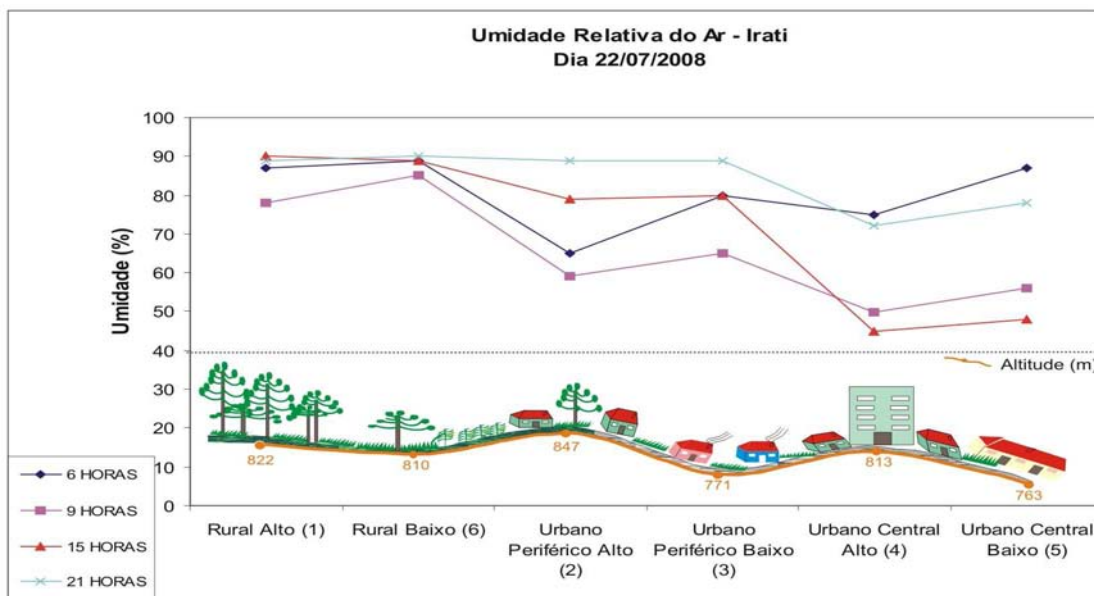
**Gráfico 31:** Variabilidade espacial da temperatura do ar no município de Irati. Dia 22/07/2008, nos horários das 6, 9, 15 e 21 horas.



Fonte: Levantamento de campo em 22/07/2008.

Convém salientar que os pontos 4 e 5 (área central da cidade) tiveram valores de temperatura mais elevados e menores taxas de umidade (**Gráfico 32**), em relação aos outros, diferenciando-se e mantendo uma maior coerência com os dados dos dias anteriores, principalmente no horários das 15 horas.

**Gráfico 32:** Variabilidade espacial da umidade do ar no município de Irati. Dia 22/07/2008, nos horários das 6, 9, 15 e 21 horas.



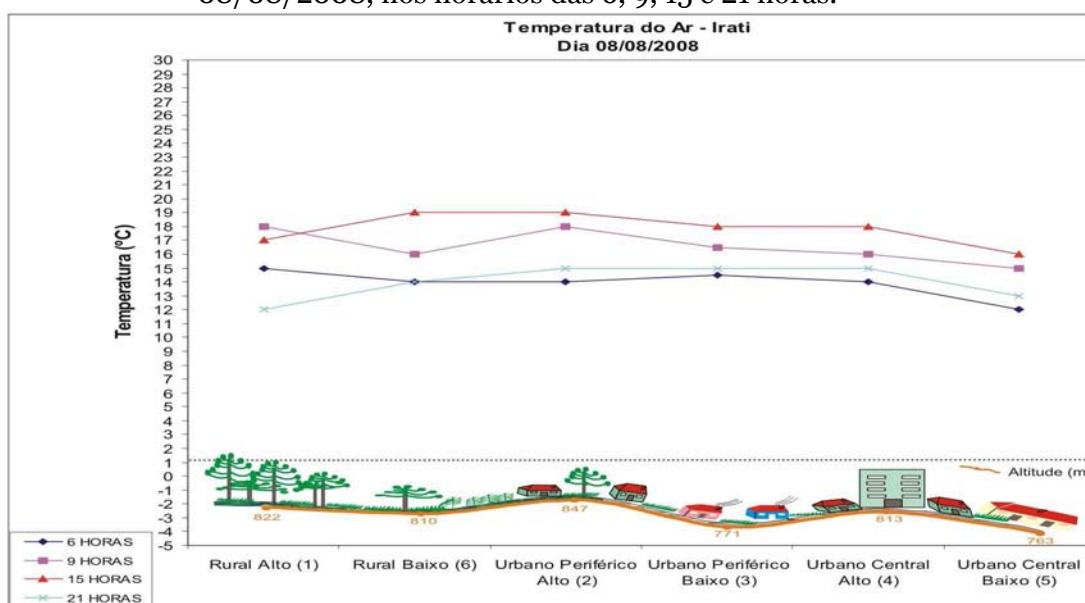
Fonte: Levantamento de campo em 22/07/2008.

A análise dos **Gráficos 33** e **34** demonstra uma menor amplitude térmica entre os horários de coleta de dados, da mesma forma que ocorreu com Guarapuava. A diferenciação dos valores de temperaturas nos diversos ambientes também diminuiu. Contudo, o padrão

encontrado nos dias anteriores teve uma ligeira modificação, principalmente com relação aos pontos localizados fora e dentro perímetro urbano.

No dia 08/08/2008 (**Gráfico 34**), somente no horário das 21 horas, o ponto localizado no alto da vertente rural esteve menos aquecido que os pontos do ambiente urbano. Já o ponto localizado em fundo de vale rural esteve mais aquecido no horário das 15 horas, em relação a todos os pontos do ambiente urbano, além de apresentar esse mesmo ritmo para os outros horários em alguns pontos específicos. Essa variabilidade diferenciada (em relação aos dias anteriores) possibilita a conclusão de que a ocorrência de precipitação tenha causado uma possível inversão térmica, tornando o ambiente rural mais aquecido.

**Gráfico 33:** Variabilidade espacial da temperatura do ar no município de Irati. Dia 08/08/2008, nos horários das 6, 9, 15 e 21 horas.

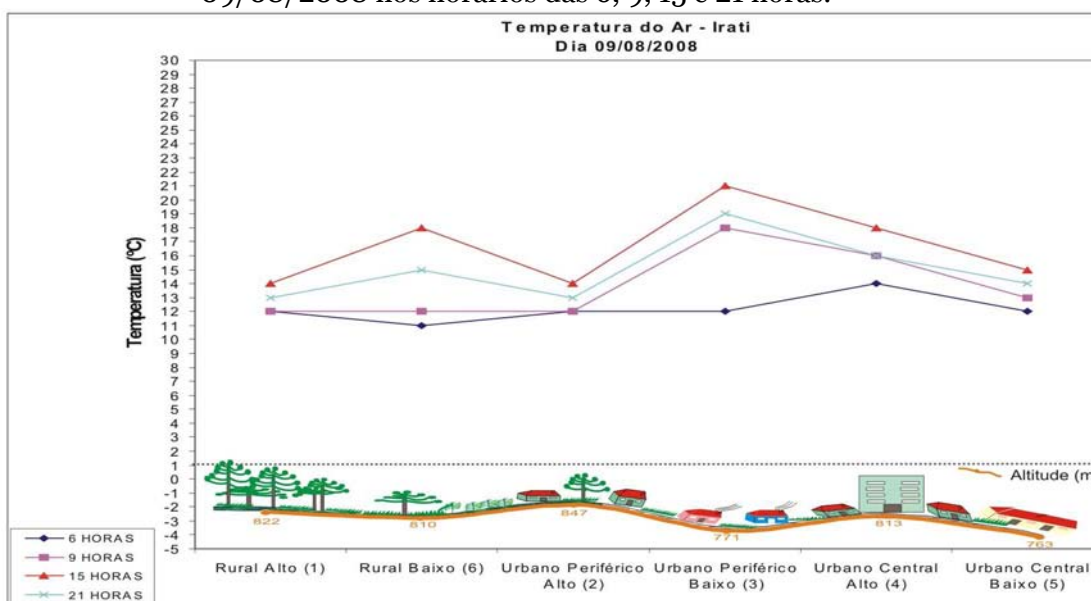


Fonte: Levantamento de campo em 08/08/2008.

No dia 09/08/2008 (**Gráfico 34**), percebe-se que o ambiente rural alto apresentou temperaturas inferiores ao ambiente urbano em todos os horários. Entretanto, o ambiente rural baixo não seguiu o mesmo padrão pois, somente em dois horários monitorados (06 e 09 horas), as temperaturas estiveram menores em relação ao ambiente urbano. Mesmo assim, a maioria dos horários monitorados comprova a hipótese de que o ambiente rural é menos aquecido que o urbano. Diferente do dia 08/08/2008, em que a altitude explicou melhor a variabilidade dos dados, no dia 09, foram o uso e ocupação do solo que influenciaram de forma mais significativa.

Tal afirmação apoia-se no fato de que somente o urbano central apresentou temperaturas mais elevadas na alta vertente, enquanto os pontos do urbano periférico e a maior parte do rural tiveram temperaturas mais amenas no alto da vertente. Novamente, a possível explicação para essa variabilidade, seria a ocorrência da inversão térmica causada pelo excesso de nebulosidade e pela ocorrência de precipitação pluvial.

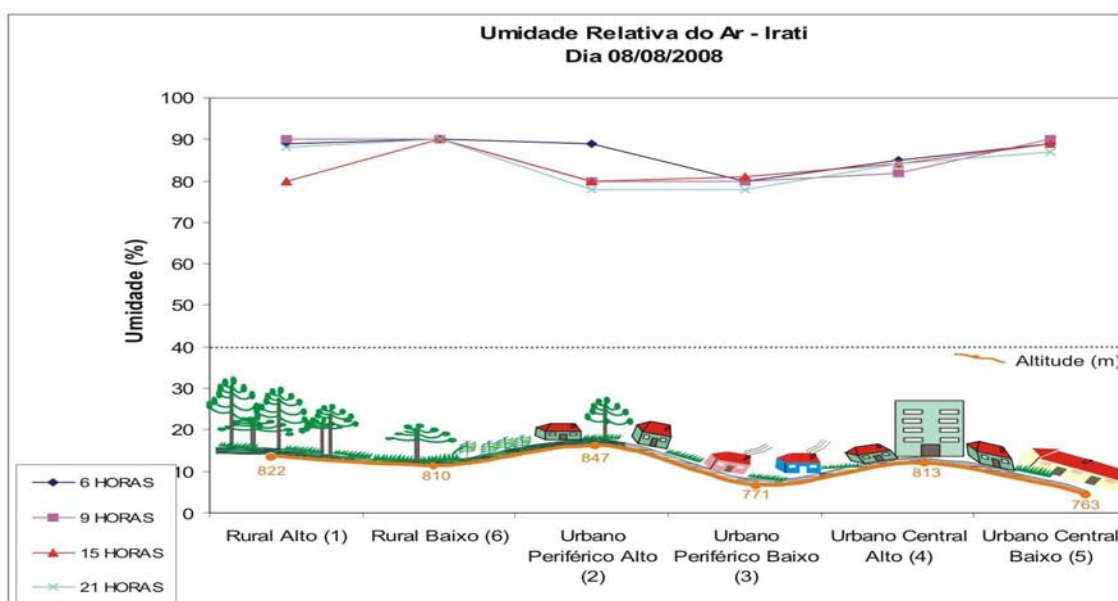
**Gráfico 34:** Variabilidade espacial da temperatura do ar no município de Irati. Dia 09/08/2008 nos horários das 6, 9, 15 e 21 horas.



Fonte: Levantamento de campo em 09/08/2008.

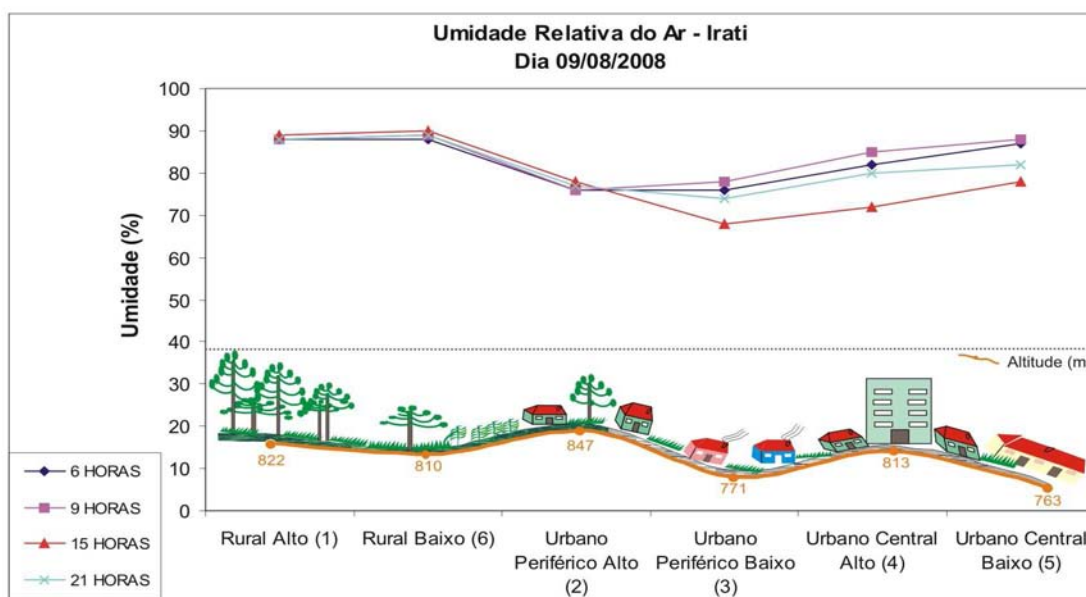
Os **Gráficos 35 e 36** apresentam o comportamento diário das taxas de umidade do ar para o município de Irati, onde é possível notar um aumento da umidade relativa em todos os pontos no decorrer dos dias, ficando clara a influência das condições do tempo regional. A entrada de um sistema frontal, que provocou pancadas de chuva a partir do dia 21 de julho, fez aumentar as taxas de umidade.

**Gráfico 35:** Variabilidade espacial da umidade do ar no município de Irati. Dia 08/08/2008, nos horários das 6, 9, 15 e 21 horas.



Fonte: Levantamento de campo em 08/08/2008.

**Gráfico 36:** Variabilidade espacial da umidade do ar no município de Irati. Dia 09/08/2008, nos horários das 6, 9, 15 e 21 horas.



Fonte: Levantamento de campo em 09/08/2008.

Os Pontos 1 e 6, localizados na área rural, apresentaram as maiores taxas de umidade, enquanto os pontos 2 e 3 as menores. O Ponto 2 localiza-se em um bairro periférico de ocupação desordenada e sem nenhuma infraestrutura paisagística, localizado no alto da vertente e com exposição predominante para o Noroeste. O Ponto 3 está localizado em uma região urbana periférica, mas em local mais baixo e com estrutura urbana mais evoluída, com a presença de uma indústria de fósforos a menos de 200 metros do ponto.

Assim, vislumbra-se a possibilidade, novamente, das influências do relevo e do uso e ocupação do solo serem causadoras de diferenciações climáticas, independente da densidade de domicílios.

#### 4.5 Irati e Guarapuava/PR – diferenças e semelhanças na dinâmica climática

Comparando-se os **Gráficos 13 e 25**, pode-se perceber que as temperaturas máximas em Irati apresentam valores ligeiramente mais elevados que Guarapuava, principalmente no horário das 15 horas, excetuando-se o horário das 6 horas. Contudo, a variabilidade espacial, de ponto para ponto, obedece a um padrão bem definido, onde o ponto 11 (área rural de Guarapuava) e os pontos 1 e 6 (área rural de Irati) têm temperaturas mais baixas, aumentando significativamente nos pontos localizados na área urbana, principalmente nos do alto das vertentes.

Nestes gráficos, as temperaturas mais elevadas estão localizadas na área urbana das cidades (Ponto 13, para Guarapuava e Ponto 2 para Irati). Entretanto, deve-se salientar que eles representam apenas o primeiro dia de amostragem.

As temperaturas máximas nas duas cidades apresentaram-se elevadas também no dia 22 de julho, com a mesma característica dos dias anteriores no que se refere à comparação entre as

duas cidades, ou seja, Guarapuava apresentando temperaturas mais amenas que Irati. Ressalta-se, porém, que a comparação rural/urbano em Guarapuava apresentou um padrão diferente, pois as temperaturas estavam menos elevadas em alguns pontos urbanos, principalmente nos horários das 06 e 9 horas do ponto 15 (periférico baixo) daquele dia (22 de julho).

As temperaturas das duas cidades sofreram um leve declínio no dia 22 de julho, em relação aos dias anteriores, fato creditado à entrada de uma frente fria. Contudo, o efeito dessa diminuição de temperatura foi mais significativa em Guarapuava, ocorrendo uma homogeneização da temperatura nos diferentes horários de coleta, ao passo que em Irati esse efeito foi menor.

Deve-se ressaltar a diminuição mais significativa na amplitude horária, pois os valores absolutos continuaram elevados, principalmente em Irati. Além disso, naquele dia, os ventos sopraram com a mesma intensidade dos dias anteriores em Guarapuava, enquanto Irati apresentou condições de calmaria em vários pontos e horários, apesar da nebulosidade ter sido constante nos dois municípios (**Figuras 27 e 28**). Esta diferenciação evidencia a influência do relevo regional, ou seja, as dinâmicas locais se diferenciam diante das feições geomorfológicas típicas do relevo escarpado denominado *cuesta*. Irati, localizada no *front* da *cuesta*, apresentou ventos menos atuantes, em virtude da barreira provocada pela escarpa, impedindo a circulação aberta do vento, assim como no próprio sítio urbano, localizado em relevo côncavo. Guarapuava, de forma diferente, está localizada no reverso da *cuesta* e o ar se movimenta mais livremente em toda a área do município.

Em Irati, nos pontos com maior adensamento urbano (pontos 3, 4 e 5), a temperatura do ar esteve mais elevada que nos pontos com as mesmas características de Guarapuava (pontos 12, 13 e 14), o que confirma o fato de Irati apresentar valores mais elevados na temperatura do ar (**Gráficos 13 e 25**). Da mesma maneira, no ponto urbano menos adensado de Irati (ponto 2), a temperatura foi maior que o ponto mais adensado de Guarapuava (ponto 15), principalmente no horário das 15 horas, enquanto nos outros horários os valores estiveram bem próximos. A variabilidade da temperatura entre os pontos urbanos das duas cidades foi mais vinculada à altitude do que ao uso do solo, pois os pontos localizados em baixa vertente, em ambos os municípios, tiveram temperaturas mais baixas, principalmente em Irati.

Os pontos localizados nas áreas rurais dos dois municípios apresentaram temperaturas bem inferiores aos pontos urbanos, com exceção do ponto 10 em Guarapuava, que não teve diferenciação tão significativa. O ponto de baixa vertente em ambiente rural de Irati teve temperaturas ligeiramente menores do que o ponto com as mesmas características de Guarapuava, significando que o ambiente rural de Irati é mais frio do que Guarapuava. Entretanto, volta-se a afirmar, essas são considerações para o primeiro dia de monitoramento, sendo prematuro fazer conclusões definitivas, pois, nos dias posteriores, essa diferenciação não ocorreu da mesma maneira.

A variabilidade da temperatura para as duas cidades investigadas apresentaram similaridades, principalmente quando avaliada a escala temporal. As temperaturas diárias e horárias aumentaram e diminuíram de acordo com a influência regional, definidas principalmente, pela dinâmica atmosférica através da atuação das massas de ar. Entretanto, ao se analisar os dados coletados na variabilidade espacial, observa-se uma dinâmica um pouco distinta para as duas áreas estudadas.

A área do município de Guarapuava, tanto rural como urbana, apresentou queda na temperatura em todos os locais de coleta no decorrer do período de monitoramento, processo que ocorreu da mesma forma em Irati, porém com características diferentes. Em Guarapuava houve uma maior diminuição na amplitude diária da temperatura do que em Irati, da mesma forma que as temperaturas absolutas também foram inferiores às daquelas do município vizinho.

As variabilidades da temperatura e da umidade relativa do ar evoluíram em padrões bem parecidos na maior parte dos pontos e dias analisados, associação esta que confere maior credibilidade aos dados coletados, pois o padrão normal esperado é que o aumento da temperatura faça diminuir a umidade relativa do ar e vice-versa. Esse fato ocorre em virtude da própria definição de umidade relativa, que é a razão entre a umidade absoluta e a maior umidade absoluta possível, em determinado momento (que depende da temperatura do ar). Quando os instrumentos indicam umidade relativa de 100%, isso quer dizer que o ar está totalmente saturado com vapor d'água e não pode conter nem um pouco a mais, criando a possibilidade de chuva, situação em que a temperatura tende a diminuir.

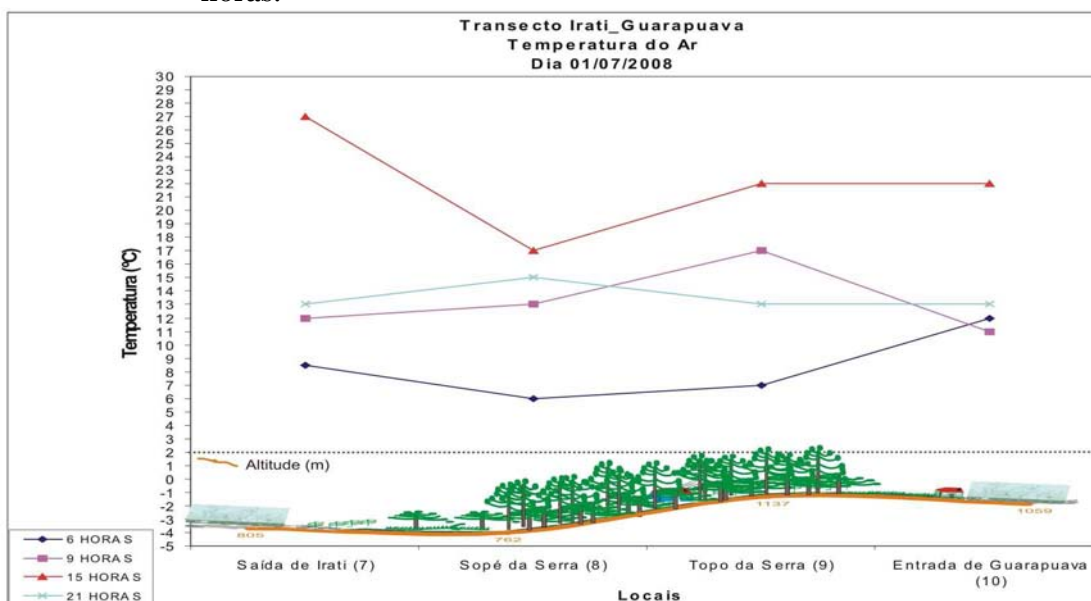
#### **4.6** Transecto Irati/Guarapuava – Dados de temperatura e umidade relativa do ar

Os **Gráficos 37** a **48** apresentam a diferenciação termo-higrométrica entre os quatro pontos que separam os municípios de Irati e Guarapuava, nos seis dias de coleta, e serão analisados a seguir.

O **Gráfico 37** apresenta os dados de temperatura partindo do ponto 7 (Irati) até o ponto 10 (Guarapuava), onde é possível notar a diminuição da temperatura no horário das 15 horas do ponto 7 ao 8 (sopé da serra), aumentando para o ponto 9 (alto da serra) e se mantendo estável até o ponto 10 (Guarapuava). Essa realidade se diversifica um pouco nos outros horários, o que não permite a identificação de um mesmo padrão para todos os horários, principalmente porque o ponto 8 apresenta menores temperaturas somente em dois dos quatro horários monitorados, porém nos outros pontos e horários a dinâmica é a mesma.



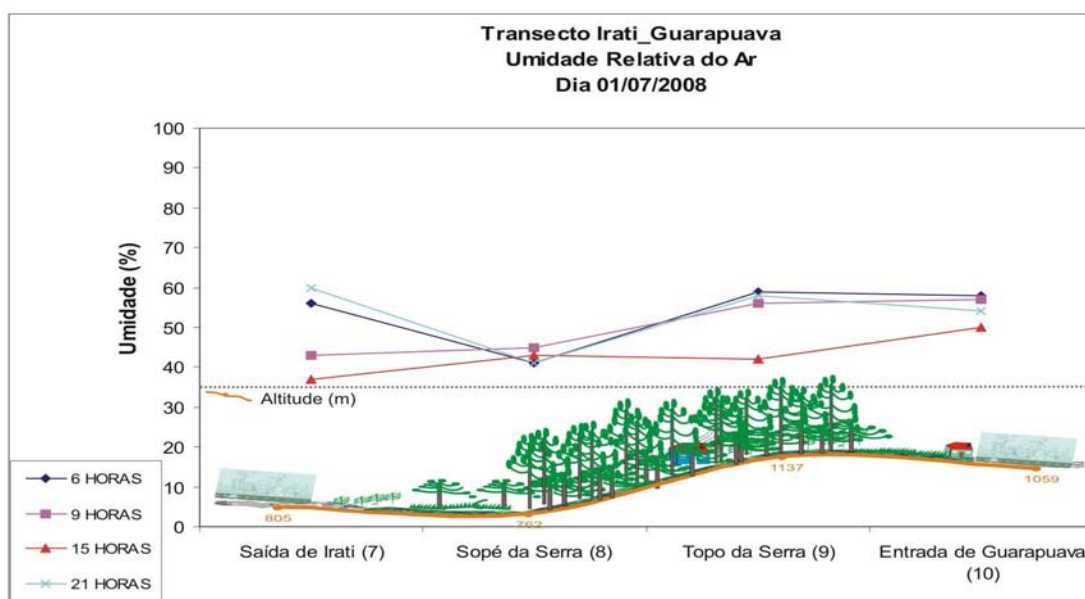
**Gráfico 37:** Variabilidade espacial da temperatura do ar no decorrer do transecto Irati a Guarapuava. Dia 01/07/2008 nos horários das 6, 9, 15 e 21 horas.



Fonte: Levantamento de campo em 01/07/2008.

A umidade relativa do ar apresenta um padrão mais linear no decorrer dos pontos e horários monitorados do que a temperatura, mas ainda não é possível afirmar nenhuma tendência clara, a não ser o fato de que o ponto 8 apresenta menores taxas de umidade do que o restante (**Gráfico 38**).

**Gráfico 38:** Variabilidade espacial da umidade relativa ar no decorrer do transecto Irati a Guarapuava. Dia 01/07/2008 nos horários das 6, 9, 15 e 21 horas.



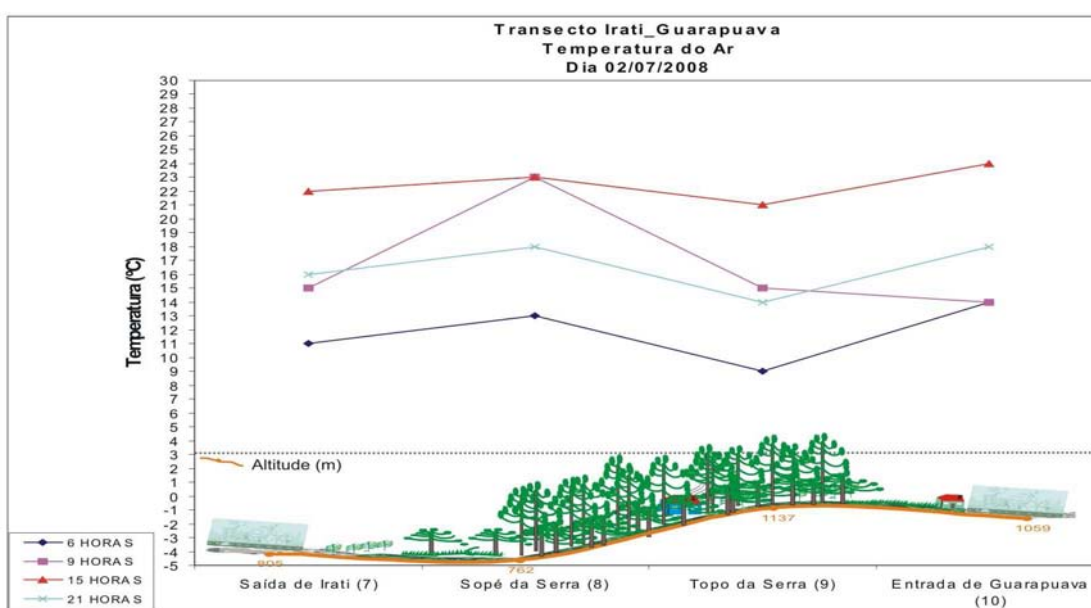
Fonte: Levantamento de campo em 01/07/2008.

Os dados de temperatura do ar do dia 02 de julho demonstram novamente dificuldade na diferenciação entre os pontos de coleta de dados, mas é possível notar no **Gráfico 40** uma



maior coerência entre os horários, que define temperaturas mais amenas nos pontos 7 e 9 do que nos pontos 8 e 10. A explicação mais razoável para tal situação é que a temperatura aumenta de Irati para o sopé da Serra da Esperança, diminui com a altitude (topo da serra) e volta a aumentar em direção a Guarapuava, ou seja, a influência da altitude (805m em Irati; 762m no sopé da Serra; 1137m no topo da Serra; e 1059m próximo a Guarapuava) define a variabilidade espacial da temperatura do ar, pelos menos na escala regional.

**Gráfico 39:** Variabilidade espacial da temperatura do ar no decorrer do transecto Irati a Guarapuava. Dia 02/07/2008, nos horários das 6, 9, 15 e 21 horas.

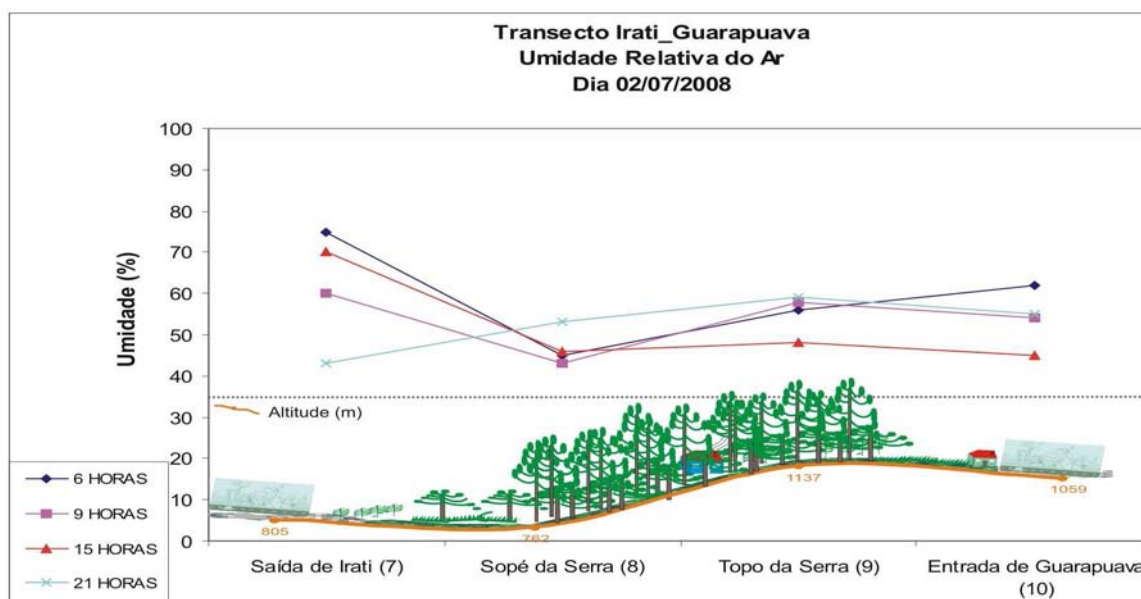


Fonte: Levantamento de campo em 02/07/2008.

Na comparação dos dados de temperatura (**Gráfico 39**) com os dados de umidade (**Gráfico 40**) para o dia 02 de julho, fica evidente que os locais com maior temperatura apresentam menor umidade, mas a evolução dos dois elementos não é homogênea entre eles, pois os horários das 09 e 21 horas não apresentaram a mesma relação que os outros, principalmente em relação ao ponto 10 (entrada de Guarapuava).

Outra comparação a ser efetuada, refere-se às diferenciações de temperatura do ar entre os dias 1 e 02/07/2008. A circulação atmosférica não poderia estar influenciando, pois os sistemas que estavam atuando sobre a região permaneceram os mesmos. Nota-se que os pontos no topo da Serra (9) e próximo de Guarapuava (10), não apresentam alterações significativas, permanecendo com temperaturas relativamente homogêneas nos dois dias. Entretanto, os pontos localizados “antes” da Serra (próximo de Irati – 7; e no sopé da Serra – 8) tiveram alterações significativas de dia para dia e de horário para horário, principalmente durante o dia. A possível explicação vincula-se ao uso do solo e a dinâmica dos ventos, tornando o ar mais aquecido no *front* da *cuesta*, em relação ao reverso dela. Este aquecimento diferenciado propicia variabilidades heterogêneas, impossibilitando a identificação de um padrão específico.

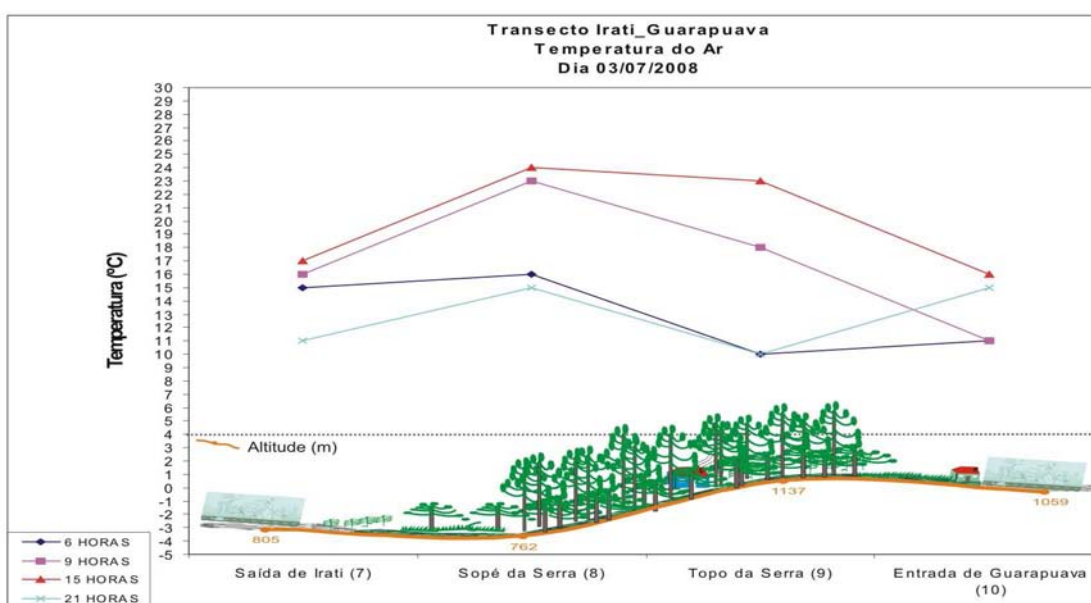
**Gráfico 40:** Variabilidade espacial da umidade relativa do ar no decorrer do transecto Irati a Guarapuava. Dia 02/07/2008, nos horários das 6, 9, 15 e 21 horas.



Fonte: Levantamento de campo em 02/07/2008

Analisando-se os **Gráficos 41** e **42** (dia 03 de julho), confirma-se o que vinha ocorrendo nos dias anteriores (1 e 2 de julho), ou seja, apesar de existir um padrão de variação da temperatura e da umidade do ar no decorrer dos pontos, em alguns locais e horários, isso não ocorre de forma tão clara. Os dados comprovam que quanto maior a temperatura, menor a umidade relativa, mas isso não define uma tendência no aumento ou na queda das variáveis de acordo com a localização do ponto de coleta.

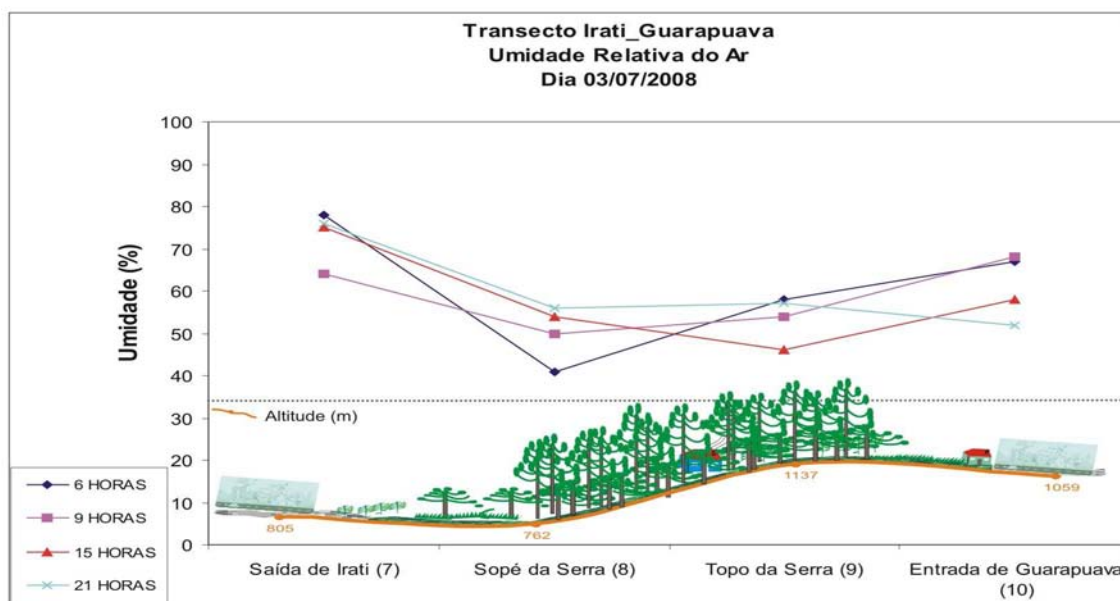
**Gráfico 41:** Variabilidade espacial da temperatura do ar no decorrer do transecto Irati a Guarapuava. Dia 03/07/2008, nos horários das 6, 9, 15 e 21 horas.



Fonte: Levantamento de campo em 03/07/2008.

No dia 03 de julho, as temperaturas tiveram um declínio no ponto 10, em relação ao ponto 9, nos horários das 09 e 15 horas. Nota-se que no horário das 09 horas, isto ocorreu também nos dias anteriores (1 e 2 de julho). Contudo, somente o horário das 09 horas segue o padrão de diminuição da temperatura, pois todos os outros horários, nos três dias monitorados até então, demonstraram que o ponto 10 sempre esteve mais aquecido em relação ao ponto 9. Constatação plenamente comprovada através dos dados coletados nos horários das 6 e 21 horas, por exemplo.

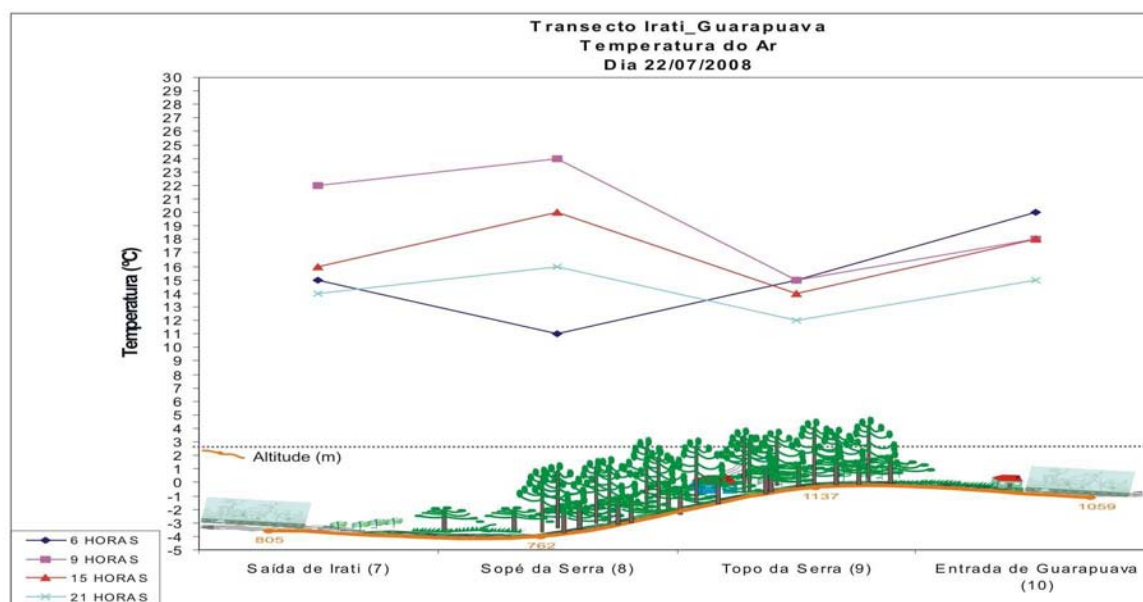
**Gráfico 42:** Variabilidade espacial da umidade relativa ar no decorrer do transecto Irati a Guarapuava. Dia 03/07/2008, nos horários das 6, 9, 15 e 21 horas.



Fonte: Levantamento de campo em 03/07/2008.

O dia 22 de julho confirma os dados anteriores, apresentando um padrão melhor definido entre os pontos de coleta. Com exceção do horário das 06 horas, que discorda dos outros horários de monitoramento, é possível identificar, no **Gráfico 43**, que a temperatura aumenta do ponto 7 para o ponto 8, diminui em direção ao ponto 9 e volta a ter um ligeiro aumento no ponto 10. Outra exceção é que o único horário em que a saída de Irati esteve mais aquecida que a entrada de Guarapuava foi às 09 horas.

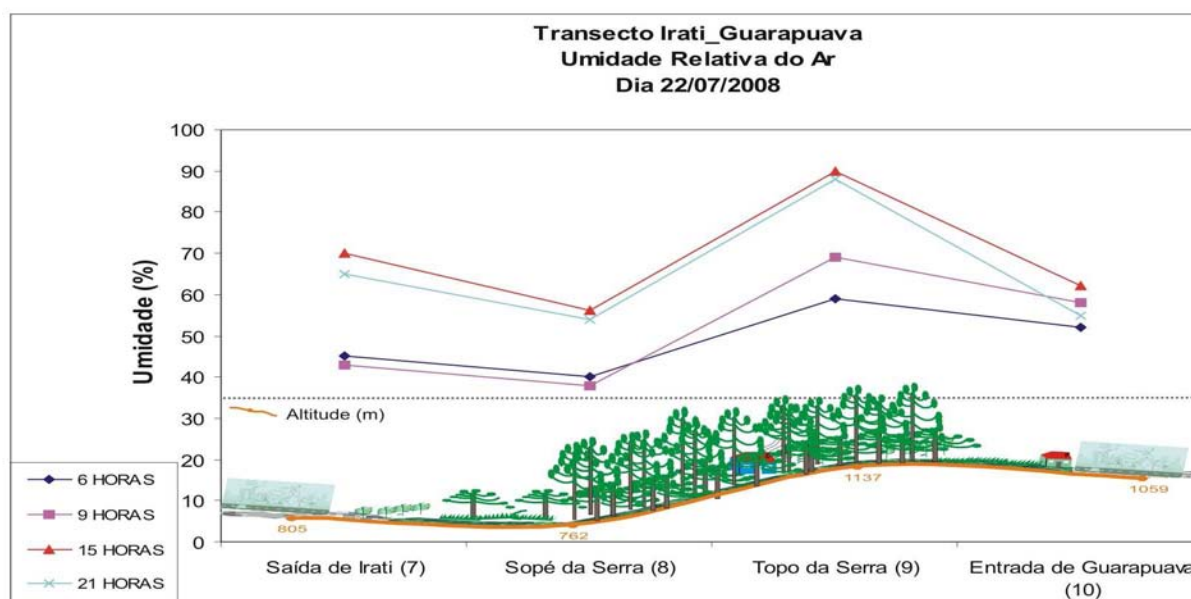
**Gráfico 43:** Variabilidade espacial da temperatura do ar no decorrer do transecto Irati a Guarapuava. Dia 22/07/2008, nos horários das 6, 9, 15 e 21 horas.



Fonte: Levantamento de campo em 22/07/2008.

Seguindo o padrão inverso da temperatura, nota-se, no **Gráfico 44**, que a umidade do ar diminuiu do ponto 7 para o 8, aumentando em direção ao 9 e voltando a diminuir no ponto 10, o que demonstra, enfim, um padrão mais bem definido da variabilidade espacial. Convém salientar que nesse dia (22 de julho), as temperaturas médias caíram em toda a região de estudo, influenciadas pela entrada de uma frente fria que, inclusive, provocou chuvas leves em várias áreas dos municípios de Irati e Guarapuava.

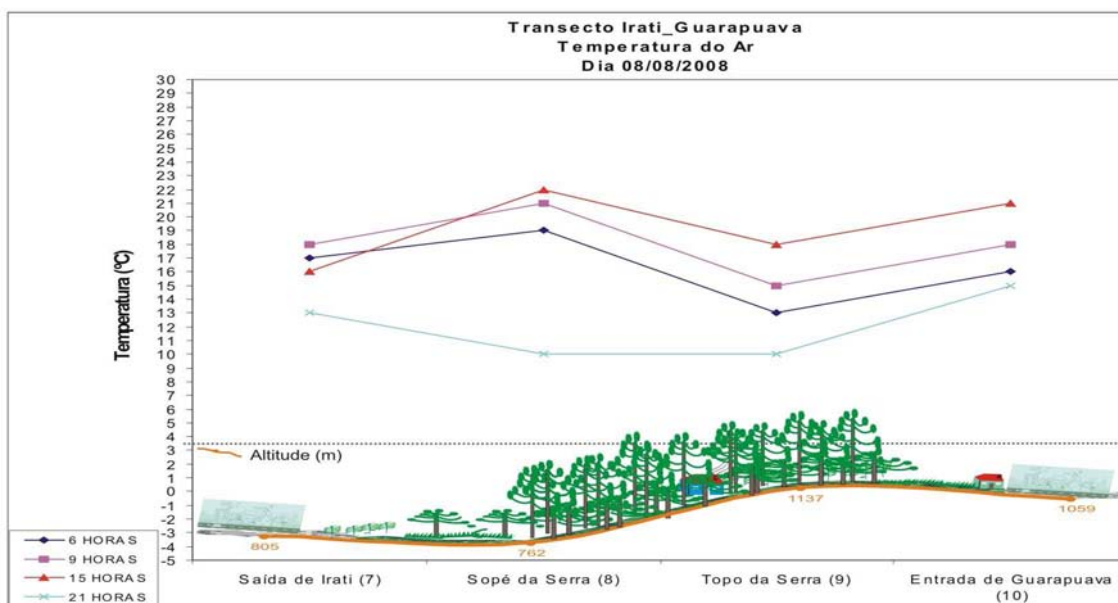
**Gráfico 44** – Variabilidade espacial da umidade relativa do ar no decorrer do transecto Irati a Guarapuava. Dia 22/07/2008 nos horários das 6, 9, 15 e 21 horas.



Fonte: Levantamento de campo em 22/07/2008.

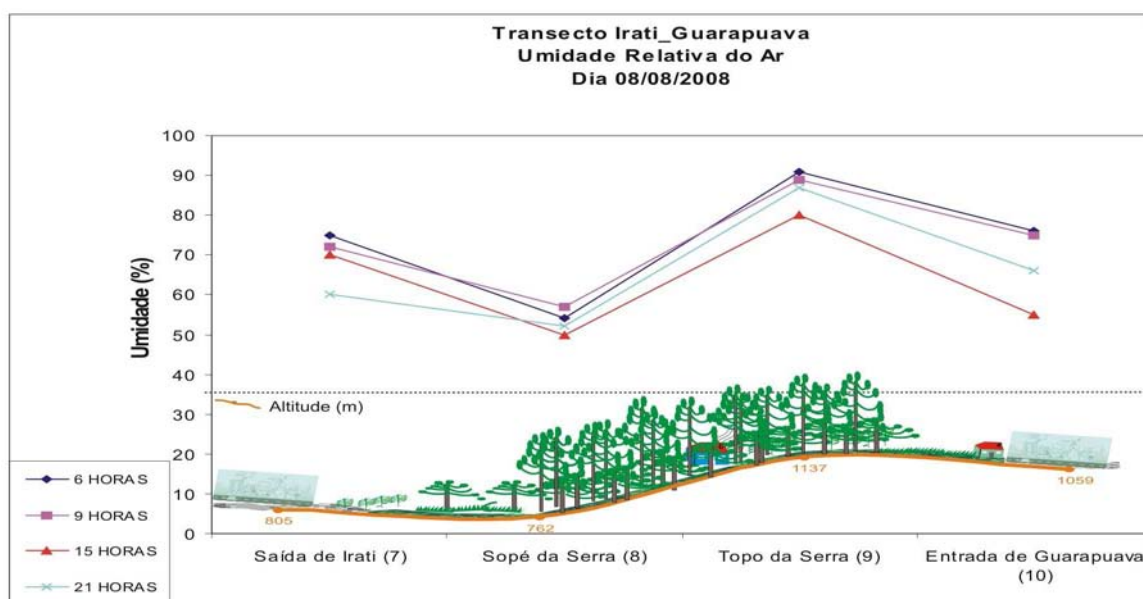
A análise dos **Gráficos 45 a 48** apresenta um padrão homogêneo em sua variabilidade, podendo ser atribuído à ocorrência de dias chuvosos (08 e 09/08), fato que provocou a diminuição na amplitude termo-higrométrica em todos os horários e dias de coleta.

**Gráfico 45:** Variabilidade espacial da temperatura do ar no decorrer do transecto Irati a Guarapuava. Dia 08/08/2008, nos horários das 6, 9, 15 e 21 horas.



Fonte: Levantamento de campo em 08/08/2008.

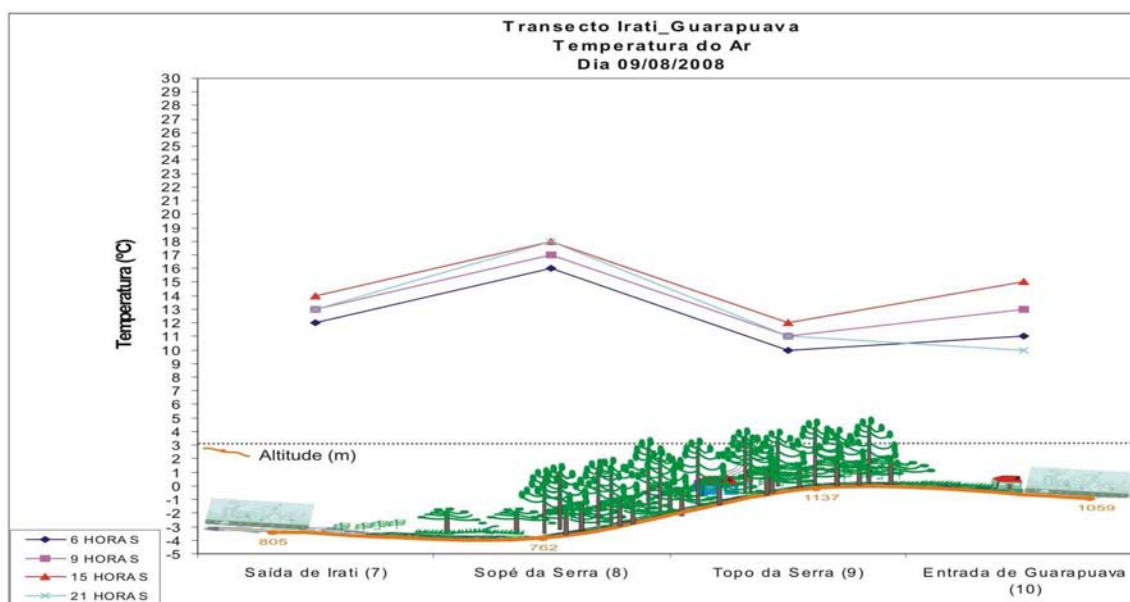
**Gráfico 46:** Variabilidade espacial da umidade relativa do ar no decorrer do transecto Irati a Guarapuava. Dia 08/08/2008, nos horários das 6, 9, 15 e 21 horas.



Fonte: Levantamento de campo em 08/08/2008.

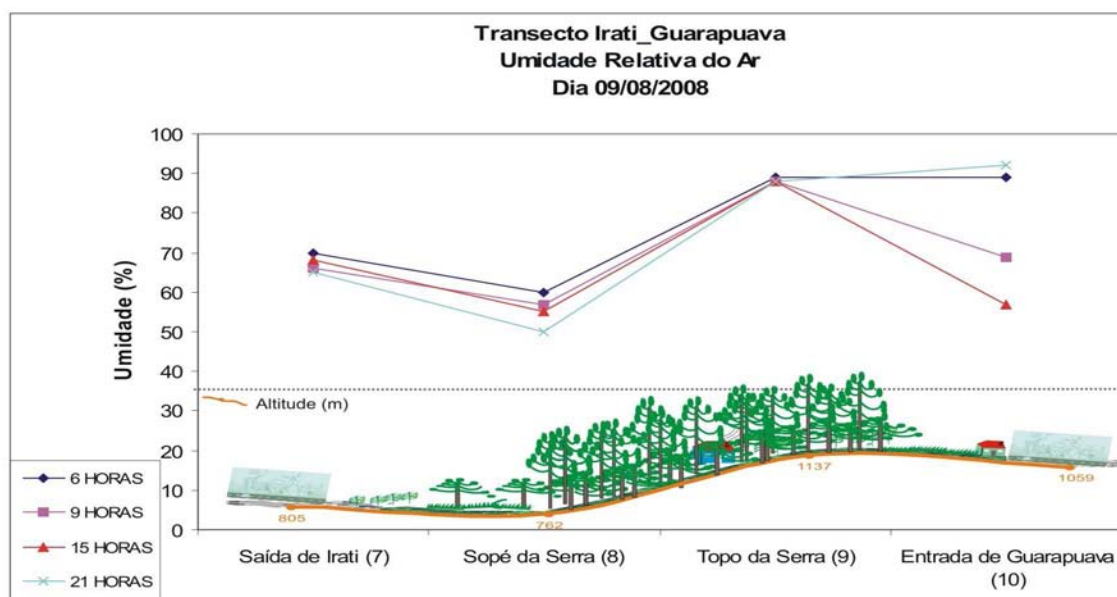


**Gráfico 47:** Variabilidade espacial da temperatura do ar no decorrer do transecto Irati a Guarapuava. Dia 09/08/2008, nos horários das 6, 9, 15 e 21 horas.



Fonte: Levantamento de campo em 09/08/2008.

**Gráfico 48:** Variabilidade espacial da umidade relativa do ar no decorrer do transecto Irati a Guarapuava. Dia 09/08/2008, nos horários das 6, 9, 15 e 21 horas.



Fonte: Levantamento de campo em 09/08/2008.

Na análise desses dias o padrão identificado possibilita extrair a informação de que a temperatura aumenta do Ponto 7 (Irati) para o Ponto 8 (sopé da serra da esperança). Depois diminui em direção ao Ponto 9 (alto da serra) e voltando a aumentar no Ponto 10 (Guarapuava). A umidade relativa do ar, por sua vez, acompanha tal variabilidade de forma inversa.

Assim, existem duas possíveis influências a serem evidenciadas: a primeira é a altitude, ou seja, a temperatura diminui conforme fica mais alto; e a segunda é a influência do uso e ocupação do solo, pois mesmo estando em altitudes parecidas (1137 e 1059), mas com uso e ocupação totalmente diferenciados, os pontos 9 e 10 apresentam temperaturas discordantes. O ponto 10, localizado em uma área com menor quantidade de vegetação arbórea e/ou arbustiva é mais quente que o ponto 9.

Nos dias sem ocorrência de chuva (**Gráficos 37 a 44**), é mais difícil identificar um padrão específico para a variabilidade da temperatura e da umidade do ar no decorrer do transecto, mas nos dias chuvosos (**Gráficos 45 a 48**), quando aparece um padrão melhor definido. Nota-se, claramente, que o Ponto 10 é mais seco (próximo à rodovia BR 277, com ampla área pavimentada e sem vegetação natural), enquanto o Ponto 9 (próximo à área de preservação ambiental da serra da Esperança com uma taxa de vegetação elevada) possui as maiores taxas de umidade.

A altitude influencia a temperatura e a umidade quando é bem marcada (ponto 8 para o 9), mas, quando não apresenta uma diferença significativa (ponto 9 para o 10), é possível deduzir que a influência do uso e ocupação do solo é mais marcante.

#### 4.7 Dados coletados de temperatura do ar (Guarapuava, Irati e Transecto)

A influência da circulação atmosférica na mudança dos tipos de tempo é incontestável, fato comprovado pelos dados de temperatura apresentados, mas isto não ocorre de forma linear em toda a área de estudo, como pode ser visualizado na **Tabela 5**.

A visualização gráfica apresentada pode não ser esclarecedora para uma análise mais complexa, principalmente na comparação quantitativa dos dados, podendo provocar dúvidas na sua identificação. Esta forma gráfica e a consequente mensuração dos dados, em alguns casos, podem levar a interpretações equivocadas, por isso, a apresentação em forma de tabelas busca dirimir possíveis dúvidas e oferecer uma outra forma de comparação entre as duas cidades (Guarapuava e Irati), talvez mais elucidativa.

A amplitude térmica encontrada no período de análise é bem marcada, pois foi possível identificar horários com temperaturas a 0 °C e outros próximos dos 30 °C, o que evidencia uma dinâmica regional bastante complexa. Onde os fatores locais do clima definem a “dinâmica local” e apresentam uma importância significativa na variação térmica, principalmente, ao se considerar a estação eleita para a coleta (inverno), pois as amplitudes térmicas tendem a ser menores, em virtude de temperaturas mais baixas em todo o decorrer do dia, principalmente para as características regionais, com invernos chuvosos.

**Tabela 5:** Dados de Temperatura do Ar para a Área de Estudo

<b>TEMPERATURA DO AR (°C)</b>															
	Rural Alto (Irati)	Periférico Alto (Irati)	Periférico Baixo (Irati)	Central Alto (Irati)	Central Baixo (Irati)	Rural Baixo (Irati)	Saída de Irati	Sopé da Serra	Topo da Serra	Entrada Guarapuava (Rural Alto)	Rural Baixo (Guarapuava) (11)	Periférico Alto (Guarapuava)	Central Baixo (Guarapuava)	Central Alto (Guarapuava) (14)	Periférico Baixo (Guarapuava)
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)		(12)	(13)		(15)
01/7/2008 (06:00)	3,0	4,5	8,0	9,0	4,0	0	8,5	6,0	7,0	12,0	0	7,0	6,0	7,5	8,0
01/7/2008 (09:00)	11,5	13,0	17,5	17,0	12,0	5,0	12,0	13,0	17,0	11,0	6,5	14,0	14,0	17,5	12,0
01/7/2008 (15:00)	24,0	26,0	24,0	23,0	24,0	19,0	27,0	17,0	22,0	22,0	22,0	22,5	23,0	22,5	18,5
01/7/2008 (21:00)	10,5	13,0	16,0	18,0	12,0	10,0	13,0	15,0	13,0	13,0	7,5	13,0	11,0	12,5	15,5
02/7/2008 (06:00)	9,0	10,5	7,0	7,0	10,0	4,0	11,0	13,0	9,0	14,0	7,0	11,5	12,0	13,5	11,5
02/7/2008 (09:00)	13,0	17,0	16,5	15,0	11,0	12,0	15,0	23,0	15,0	14,0	10,5	15,0	14,0	15,0	13,0
02/7/2008 (15:00)	22,0	24,0	26,0	21,0	25,0	23,0	22,0	23,0	21,0	24,0	22,0	17,0	18,0	13,0	20,0
02/7/2008 (21:00)	14,5	16,0	15,0	17,0	15,0	15,0	16,0	18,0	14,0	18,0	13,0	14,0	12,0	12,0	14,0
03/7/2008 (06:00)	12,0	13,5	9,0	11,0	8,0	11,0	15,0	16,0	10,0	11,0	10,5	14,0	12,5	14,0	12,0
03/7/2008 (09:00)	17,0	16,0	20,5	17,0	13,0	13,0	16,0	23,0	18,0	11,0	13,5	16,0	15,5	17,0	14,0
03/7/2008 (15:00)	16,0	16,5	28,0	20,0	16,0	19,0	17,0	24,0	23,0	16,0	13,0	12,0	11,5	12,0	11,0
03/7/2008 (21:00)	9,5	11,0	17,5	12,0	12,0	11,0	11,0	15,0	10,0	15,0	9,0	11,0	10,5	11,0	10,0
22/7/2008 (06:00)	8,5	12,0	14,0	11,0	9,0	5,0	15,0	11,0	15,0	20,0	13,5	16,5	16,5	17,0	8,0
22/7/2008 (09:00)	15,0	16,0	21,0	21,0	19,0	10,0	22,0	24,0	15,0	18,0	15,0	17,0	17,0	16,0	10,0
22/7/2008 (15:00)	16,5	16,5	18,0	29,0	28,0	19,0	16,0	20,0	14,0	18,0	14,0	15,0	13,5	14,0	15,0
22/7/2008 (21:00)	14,5	14,5	16,0	18,0	26,0	12,0	14,0	16,0	12,0	15,0	12,0	12,5	12,0	12,5	11,0
08/8/2008 (06:00)	15,0	14,0	14,5	14,0	12,0	14,0	17,0	19,0	13,0	16,0	13,0	13,0	12,0	13,5	11,0
08/8/2008 (09:00)	18,0	18,0	16,5	16,0	15,0	16,0	18,0	21,0	15,0	18,0	14,0	15,5	13,5	15,0	13,0
08/8/2008 (15:00)	17,0	19,0	18,0	18,0	16,0	19,0	16,0	22,0	18,0	21,0	19,0	21,0	18,5	20,0	19,0
08/8/2008 (21:00)	12,0	15,0	15,0	15,0	13,0	14,0	13,0	10,0	10,0	15,0	12,0	12,0	10,0	11,0	12,0
09/8/2008 (06:00)	12,0	12,0	12,0	14,0	12,0	11,0	12,0	16,0	10,0	11,0	10,5	10,5	9,0	10,0	7,0
09/8/2008 (09:00)	12,0	12,0	18,0	16,0	13,0	12,0	13,0	17,0	11,0	13,0	11,0	11,0	9,0	10,0	8,0
09/8/2008 (15:00)	14,0	14,0	21,0	18,0	15,0	18,0	14,0	18,0	12,0	15,0	13,0	13,0	12,0	13,0	12,0
09/8/2008 (21:00)	13,0	13,0	19,0	16,0	14,0	15,0	13,0	18,0	11,0	10,0	11,5	11,5	10,0	11,0	10,0

**Fonte:** Dados coletados em monitoramento de campo



Os dados apresentados na **Tabela 5** permitem analisar, de forma conjunta, as discussões inerentes ao presente capítulo, pelo menos do campo térmico. Nota-se, claramente, um aumento das temperaturas mínimas (6 horas) em praticamente todos os pontos de coleta, ao mesmo tempo em que as máximas diminuem (15 horas). Esse efeito pode ser explicado em virtude da mudança nas condições do tempo, pois nos dias 1, 2 e 3, o céu estava limpo, com poucas nuvens e o tempo estável, propiciando boa insolação e a consequente alta na taxa de irradiação. Nos dias 22 de julho e 08 e 09 de agosto, as condições se modificaram, o tempo estava chuvoso e o céu ficou encoberto em quase todo o período, dificultando a insolação e diminuindo a irradiação.

Este processo não ocorreu de forma linear nos dois municípios. No ponto 14 (centro de Guarapuava), por exemplo, se for comparada à temperatura mínima do dia 02/07 (12 °C) com a do dia 09/08 (10 °C), percebe-se uma diminuição, da mesma forma que a máxima (de 15 para 13 °C). Mesmo que o aumento de nebulosidade tenha propiciado uma homogeneização nas temperaturas, o fato é que elas diminuíram.

Ao se analisar o ponto 4 (centro de Irati), o processo mostra-se totalmente diferente, pois, no dia 02/07, a temperatura mínima registrada foi de 7 °C e, no dia 09/08 foi de 14 °C apresentando um aumento significativo (dobro). Essa situação que se repetiu, mesmo que com menos intensidade, nos pontos 2 (periférico de Irati) e 6 (rural de Irati). Nestes mesmos dias a temperatura máxima, de forma inversa, diminuiu de 21 °C para 18 °C, no ponto 4; de 24 °C para 14 °C, no ponto 2; e de 23 °C para 18 °C no ponto 6, indicando que as condições de chuva, para Irati, propiciam aumento das mínimas e diminuição das máximas.

Os dois pontos localizados nas áreas centrais das duas cidades apresentaram dinâmicas locais diferentes, possibilitando a inferência de que o sítio urbano das duas cidades não influencia de forma distinta as condições do tempo, aliás, são as condições do tempo que geram respostas diferenciadas nos diferentes tipos de uso e ocupação do solo na escala local.

Os dados indicam padrões de temperatura bem parecidos em Guarapuava e Irati, ressaltando apenas uma pequena elevação das temperaturas do dia 03/07/2008, além de uma maior amplitude entre os 4 horários de leitura. Essa amplitude não está necessariamente associada às temperaturas mínima e máxima, mas sim a diferenciações melhor definidas entre os horários de leitura. Essa dinâmica, por ser semelhante nos dois municípios, independente das várias formas de uso e ocupação do solo e das altitudes distintas, indica que a circulação geral da atmosfera controla a variabilidade espacial da temperatura do ar, definindo um padrão homogêneo.

Selecionando os dados de Irati como exemplo para avaliação da influência do relevo e do uso e ocupação do solo no clima local, percebe-se que os pontos 1 e 6 (área rural) possuem valores de temperatura bem parecidos, com uma pequena queda no ponto 6 (área baixa). Neste sentido, ressalta-se que o ponto localizado na alta vertente tem temperaturas mais

elevadas em 14 dos 24 horários monitorados, demonstrando a influência mais significativa do relevo.

Com relação aos pontos 2 e 3 (urbano periférico), nota-se que o Ponto 2 (parte alta) apresenta, na maioria das vezes, temperaturas mais amenas do que o Ponto 3 (com a diferença chegando a 11,5 °C no dia 03/07, às 15 horas). Neste caso, o padrão se inverte e o ponto localizado na parte mais baixa tem temperaturas mais elevadas. Esse padrão está associado ao uso e ocupação do solo, pois o ponto 3 está próximo de uma indústria de fósforos e a área está mais adensada, do ponto de vista da urbanização, do que o ponto 2.

Por sua vez, o ponto 4 (urbano central alto) apresenta temperaturas maiores do que o ponto 5 (urbano central baixo) na maioria dos dias e horários monitorados, com ênfase para o dia 01/07/2008, às 21 horas (6 °C). Nessa situação, volta-se a presumir a maior influência do relevo, pois o ponto mais alto esteve mais aquecido em 20 dos 24 horários monitorados.

Nem todos os dados apontam a mesma tendência, mas a maioria deles revelam que existe uma diferenciação rural/urbano que varia bastante dependendo do horário e do dia, mas predominam maiores temperaturas na área urbana. Ao se analisar um único horário de um único dia, a diferença mais expressiva ocorreu no dia 03/07/2008, no horário das 15 horas (11,5°C), entre os pontos 2 e 3, com características de área urbana periférica, ou seja, a diferença maior está dentro da área urbana e não no confronto urbano e rural.

Os pontos 2 e 3 estão bem próximos entre si (em torno de 2km), mas apresentam a maior amplitude térmica identificada em um mesmo horário de monitoramento. A explicação dessa amplitude diferenciada talvez esteja no uso e na ocupação do solo, pois o ponto 2 se localiza em uma área mais aberta e menos povoada, ao passo que o ponto 3 está numa área com maior densidade urbana, inclusive localizado a poucos metros de uma indústria.

Com relação à cidade de Guarapuava, o padrão foi bem parecido, com destaque para o fato da cidade apresentar, na maioria dos dias e horários monitorados, temperatura mais amenas do que Irati.

Os pontos rurais de Guarapuava (10 e 11) possuem diferenças térmicas bem marcadas pela influência do relevo, pois somente em dois horários, dos 24 monitorados, o rural baixo esteve mais aquecido do que o alto. Padrão quase idêntico verificou-se na comparação entre os pontos 13 e 14 (urbano central), em que a parte baixa apresentou temperaturas mais elevadas em somente três, dos 24 horários monitorados. Da mesma forma, os pontos localizados no urbano periférico também seguiram essa lógica, em que o ponto mais baixo teve, em 24 horários, somente dois, com temperaturas mais elevadas.

Em Guarapuava foi possível demonstrar que as diferenciações altimétricas (condição do relevo) desempenham papel significativo na variabilidade da temperatura do ar, entretanto,

ao se considerar a influência do uso e ocupação do solo, principalmente na diferenciação rural/urbano, o padrão não é tão facilmente identificado, mesmo que seja possível notar a ocorrência de ilhas de calor, que nem sempre indicam maior aquecimento na área urbana.

Considerando o ponto rural alto como referência, somente em três, dos 24 horários monitorados, as temperaturas estavam menos elevadas que a área urbana. Ao se eleger o ponto rural baixo, a situação se amplia, verificando-se oito horários com temperaturas mais amenas que a área urbana. Por isso, mesmo que a amplitude térmica existente (chegando a 11 °C) indique que o ambiente rural é menos aquecido que o urbano, a frequência deste evento não é constante e, normalmente, o processo inverso é mais atuante.

#### **4.8** Dados coletados da umidade relativa do ar (Guarapuava, Irati e Transecto)

A taxa de umidade relativa do ar define condições de conforto térmico à maioria dos seres vivos; no caso da espécie humana, normalmente, influencia até na ocorrência de doenças, principalmente as respiratórias. Por isso, em um trabalho onde as variáveis climáticas são enfatizadas, este elemento não pode deixar de ser monitorado.

Além dessa importância biológica, o monitoramento da umidade do ar também propicia uma forma de aferição dos dados de temperatura, pois, normalmente, o teor de umidade tende a ser mais elevado em regiões com menor temperatura ou, pelo menos, com uma amplitude térmica mais amena.

A apresentação da **Tabela 6** busca possibilitar a visualização de todo o monitoramento realizado no período de 1, 2, e 22 de julho e 8 e 9 de agosto de 2008, nos quinze pontos de coleta e nos quatro horários diários.

A análise preliminar da tabela aponta para um teor de umidade máxima chegando aos 100%, nos dias 22 de julho e 8 e 9 de agosto, nos pontos 12, 13 e 14, e mínima chegando aos 40%, no dia 22 de julho, no ponto 8. Tal observação pode levar à conclusão de que os dias mais úmidos foram aqueles que atingiram os 100% e o mais seco foi aquele que teve 40% de umidade, mas essa conclusão é prematura, pois os pontos de coleta apresentam realidades distintas e os horários de coleta influenciam na amostragem.

Em praticamente todos os pontos de coleta as taxas de umidade se elevaram no decorrer do período de monitoramento, pois verificou-se que no primeiro dia (01/07/2008) o teor de umidade era bem menor que no último (09/08/2008). Essa tendência foi verificadas de forma constante em todos os pontos e aqueles que não apresentaram tal realidade, pelo menos se mantiveram estáveis, não diminuindo.

**Tabela 6:** Dados de Umidade Relativa do Ar para a Área de Estudo

	UMIDADE RELATIVA DO AR (%)														
	Rural Alto (Irati)	Periférico Alto (Irati)	Periférico Baixo (Irati)	Central Alto (Irati)	Central Baixo (Irati)	Rural Baixo (Irati)	Saída de Irati	Sopé da Serra	Topo da Serra	Entrada Guarapuava (Rural Alto)	Rural Baixo (Guarapuava) (11)	Periférico Alto (Guarapuava) (12)	Central Baixo (Guarapuava) (13)	Central Alto (Guarapuava) (14)	Periférico Baixo (Guarapuava) (15)
01/7/2008 (06:00)	83	68	75	70	83	85	56	41	59	58	81	86	90	64	83
01/7/2008 (09:00)	88	77	71	62	84	85	43	45	56	57	86	72	67	42	70
01/7/2008 (15:00)	46	36	43	45	47	70	37	43	42	50	91	45	45	42	40
01/7/2008 (21:00)	87	77	79	80	88	88	60	41	58	54	86	88	76	64	70
02/7/2008 (06:00)	75	87	80	60	87	88	75	45	56	62	86	90	76	65	80
02/7/2008 (09:00)	78	72	75	55	88	88	60	43	58	54	88	85	72	60	88
02/7/2008 (15:00)	58	46	41	50	54	59	70	46	48	45	91	72	65	50	42
02/7/2008 (21:00)	89	79	78	65	89	87	43	53	59	55	86	76	67	54	69
03/7/2008 (06:00)	88	89	74	58	82	89	78	41	58	67	88	90	90	71	88
03/7/2008 (09:00)	90	79	65	65	89	89	64	50	54	68	89	79	78	57	78
03/7/2008 (15:00)	89	79	54	62	79	79	75	54	46	58	88	100	97	89	88
03/7/2008 (21:00)	87	88	71	70	80	90	76	56	57	52	87	92	88	89	80
22/7/2008 (06:00)	87	65	80	75	87	89	45	40	59	52	77	63	59	56	85
22/7/2008 (09:00)	78	59	65	50	56	85	43	38	69	58	79	70	70	64	89
22/7/2008 (15:00)	90	79	80	45	48	89	70	56	90	62	76	100	100	100	75
22/7/2008 (21:00)	89	89	89	72	78	90	65	54	88	55	88	100	100	84	90
08/8/2008 (06:00)	89	89	80	85	89	90	75	54	91	76	89	100	100	100	90
08/8/2008 (09:00)	90	80	80	82	90	90	72	57	89	75	89	79	95	100	85
08/8/2008 (15:00)	80	80	81	84	89	90	70	50	80	55	72	60	72	80	88
08/8/2008 (21:00)	88	78	78	84	87	90	60	52	87	66	88	100	100	100	94
09/8/2008 (06:00)	88	76	76	82	87	88	70	60	89	89	87	100	100	100	88
09/8/2008 (09:00)	88	76	78	85	88	89	66	57	88	69	88	100	100	100	90
09/8/2008 (15:00)	89	78	68	72	78	90	68	55	88	57	89	100	100	100	92
09/8/2008 (21:00)	88	77	74	80	82	89	65	50	88	92	88	87	100	100	90

**Fonte:** Dados coletados em monitoramento de campo

A maior diferença encontrada foi no dia 22 de julho, no horário das 15 horas, entre os pontos 4 (área central de Irati) e 6 (área rural de Irati). A diferença foi de 44%, pois o ponto 6 apresentou quase o dobro do teor de umidade que o ponto 4. Ressalta-se que a diferenciação urbano/rural ficou bem marcada neste exemplo.

A influência do relevo neste elemento do clima também foi facilmente identificada. Buscando exemplificá-la, salienta-se o caso do ponto 4 (alto da vertente central de Irati) e ponto 5 (fundo de vale urbano central de Irati). No primeiro ponto a umidade do ar foi de 55% no dia 02 de julho às 09 horas, enquanto que no mesmo dia e horário o segundo ponto apresentou uma taxa de umidade de 88%. Sendo assim, em dois pontos bem próximos (cerca de 2km) o teor de umidade vai do seco ao muito úmido.

Em Guarapuava, também foi possível notar o mesmo contraste entre os pontos 14 e 15, com características bem semelhantes aos pontos exemplificados para a cidade de Irati. Assim como no município vizinho, os pontos de monitoramento apresentaram uma significativa diferença de taxa de umidade em um mesmo dia e horário (dia 22 de julho às 06 horas), pois o ponto 14 apresentou 56% de umidade relativa do ar, enquanto que o ponto 15 apresentou 85%.

Ficam evidentes as influências regionais e locais no padrão de distribuição temporal e espacial da umidade do ar, pois sua variabilidade é controlada pela dinâmica regional, que apresenta especificidades locais vinculadas tanto à diferença altimétrica quanto ao uso e ocupação do solo.

#### **4.9** Imagens de satélite da área de estudo: uma análise espacial

Atualmente, as imagens de satélite estão cada vez mais presentes em trabalhos científicos, pois propiciam condições de análise sistemática de elementos da sociedade e da natureza de forma única. As vantagens inerentes ao uso de imagens de satélites são inúmeras, mas a principal delas é a agilidade na aquisição de informações detalhadas sobre a realidade de um determinado local ou região.

O uso das imagens de satélite deve ser criteriosamente acompanhado de trabalhos de campo, que busquem confirmar as informações constantes nessas imagens, pois a dinâmica dos processos atuantes pode mudar rapidamente, levando o pesquisador ao erro. Entretanto, como o objetivo foi comparar os diversos ambientes dentro da área de pesquisa, o trabalho de campo realizado limitou-se ao conhecimento de diversidades regionais ligadas a aspectos mais gerais (cidades, vegetação, agricultura, corpos hídricos, altimetria), identificando possíveis equívocos nas informações fornecidas pelas imagens de satélite.

De forma geral, o Índice de Vegetação da Diferença Normalizada (NDVI) permite o monitoramento da densidade da vegetação verde sobre a superfície terrestre, onde os valores do NDVI oscilam entre -1 e +1. Valores negativos podem corresponder à presença de água

(lagos, rios...) e +1 representa uma vegetação exuberante. Contudo, para se realizar a análise criteriosa da área de estudo, o conhecimento empírico é necessário, realçando a afirmação da necessidade do reconhecimento de campo, pois, áreas com pouca vegetação, como as cidades, tendem a apresentar valores negativos também. O objetivo deste trabalho norteou o nível de detalhamento das informações obtidas, necessitando de uma classificação quanto aos tipos de uso do solo.

Assim, apesar de ter sido efetuada uma simples avaliação da imagem gerada a partir da razão entre as diferenças das refletividades das bandas 3 e 4 do LANDSAT-TM, que possibilitou a verificação de maior ou menor densidade da vegetação, o conhecimento empírico necessário à validação dos resultados deve ser considerado, principalmente porque foram realizados vários trabalhos de campo nos últimos quatro anos. Esses trabalhos nem sempre foram dentro da pesquisa de doutorado, mas trouxeram experiência e conhecimento úteis ao desenvolvimento da tese.

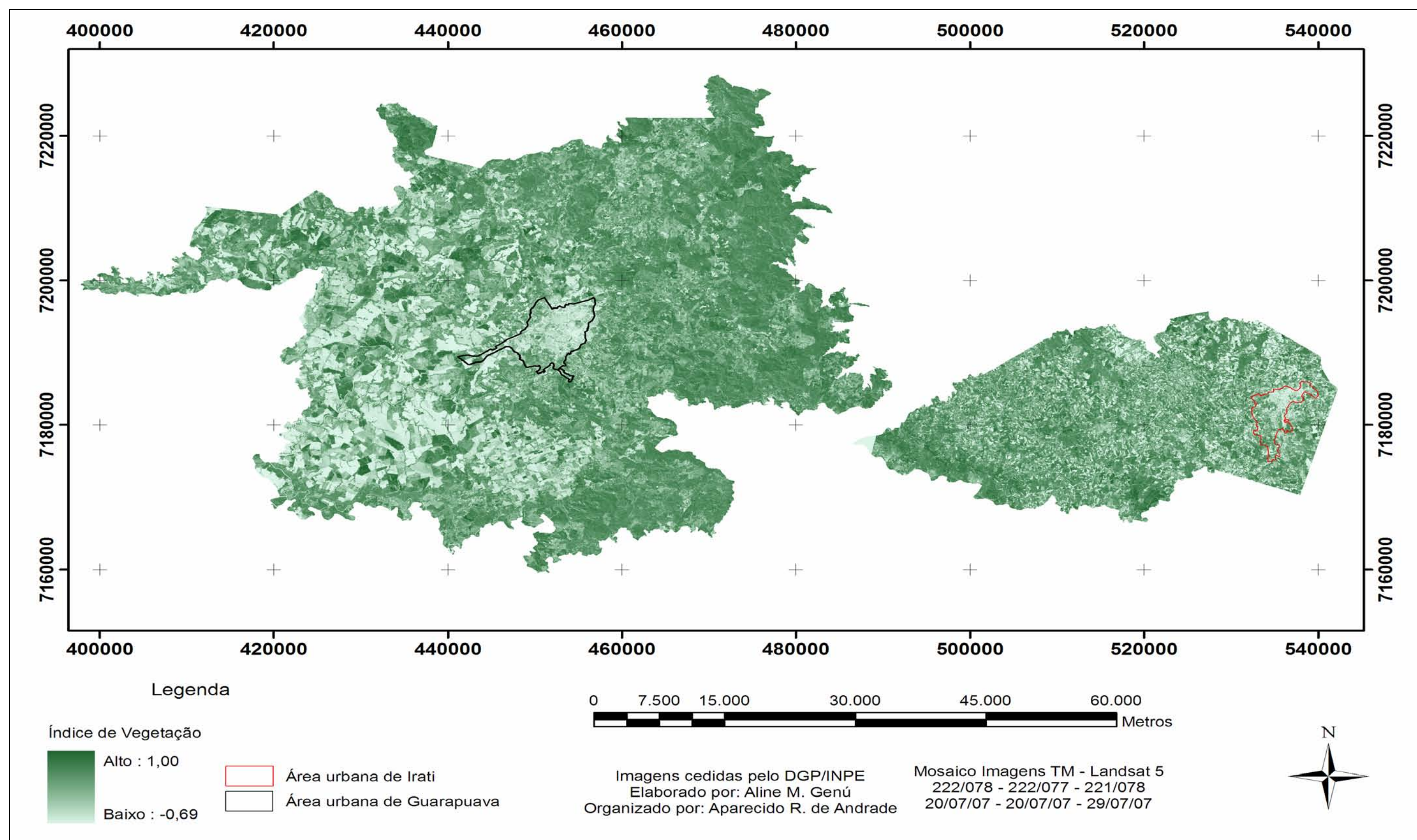
A estreita relação entre clima e vegetação é senso comum, principalmente para estudiosos da temática, mas não é difícil de ouvir a seguinte afirmação: “...quando tinha mais árvores, o ‘clima’ era melhor...” (expressão popular de moradores de Guarapuava), que evidencia essa relação, principalmente pela coincidência entre zonas climáticas e biomas.

O aquecimento e resfriamento do ar são determinados pelo balanço de radiação da superfície do solo e vegetação. A temperatura máxima do ar, próxima ao solo, ocorre simultaneamente com a temperatura máxima da superfície do solo, mas à medida que se afasta do solo, há um retardamento do momento de máxima temperatura do ar. A vegetação densa influencia o perfil térmico, porque a superfície ativa de irradiação passa a ser o topo do dossel das árvores. Dessa forma, quanto mais densa a vegetação, menor será a absorção de radiação, que provoca a diminuição da temperatura do ar, em relação a regiões sem vegetação ou com vegetação menos densa. A vegetação reduz a temperatura do ar por sombreamento direto das superfícies, assim como diminui o ganho de calor solar através da evapotranspiração das plantas e conversão da radiação solar incidente para calor latente (DIMOUDI e NIKOLOPOULOU, 2003).

Assim, áreas mais vegetadas são centros de concentração de umidade relativa do ar e, consequentemente, com temperaturas menores, pois, como se viu, a influência da vegetação na temperatura do ar está diretamente vinculada ao controle da radiação solar, do vento e da umidade do ar.

Com o objetivo de visualizar a espacialização da densidade de vegetação para a área de estudo (Irati e Guarapuava), que permita a inferência de uma vinculação da quantidade de vegetação com a variabilidade espacial da temperatura e da umidade do ar, a **Figura 31** representa, através de tons de verde, o resultado do cálculo do NDVI.





**Figura 31:** Distribuição espacial da densidade de vegetação para a área de estudo com base no resultado do NDVI

É possível notar que o índice de vegetação é alto (chegando a +1) nas áreas próximas à Serra da Esperança, que se encontra exatamente na divisa dos dois municípios, mas ocupa uma maior extensão no município de Guarapuava. Esta constatação é amparada no fato da área da Serra Geral ser legalizada como Área de Preservação Permanente, por isso a vegetação nativa ainda ser bastante representativa; além disso, a alta declividade que ocorre no local não atrai o uso do solo para outras finalidades, sendo que sua ocupação se dá, principalmente, pela Floresta Ombrófila Mista e a Mata de Araucária.

Por sua vez, quanto mais próximo das áreas urbanas dos dois municípios, menor é o NDVI, chegando a -0,69 nas áreas densamente urbanizadas, tanto em Irati quanto em Guarapuava. Ressalta-se, apenas, que a região a oeste da cidade de Guarapuava também apresenta índices baixos, porém a explicação para tal ocorrência está vinculada à existência de várias propriedades rurais, que cultivam extensivamente culturas agrícolas temporárias, como soja e milho. Como a época das imagens utilizadas (julho de 2007) corresponde ao período da entressafra dessas culturas, presume-se que o solo estava exposto e úmido, o que determina a obtenção de índices baixos no cálculo do NDVI.

Apesar de Guarapuava ter apresentado valores de temperatura menores do que Irati (item 4.5) e, conseqüentemente, umidade relativa do ar mais elevada, a densidade de vegetação para a área urbana guarapuavana é maior do que a iratiense. Por isso, a vegetação, ou a falta dela, não permite confirmar a variabilidade espacial da temperatura e da umidade relativa do ar para as duas cidades. Contudo, nota-se que a área do município de Guarapuava, como um todo, tem índices de vegetação bem mais elevados do que Irati, o que evidencia a possível influência da vegetação numa escala mais ampla, ou seja, a vegetação da área total do município estaria contribuindo para temperaturas mais amenas do que Irati. Isso se confirma na análise dos dados de temperatura no transecto Irati-Guarapuava, onde verificou-se que o ponto 9, localizado no município de Guarapuava, bem no meio da área densamente vegetada, é o que apresenta menores temperaturas em todo o período analisado, mesmo que sua altitude seja semelhante a do ponto 10, mais próximo da área urbana de Guarapuava.

Através de imagens de satélite é possível identificar a temperatura da superfície terrestre, que “é determinada a partir da detecção da radiação de ondas longas emitida na faixa do infravermelho e detectada por sensores orbitais” (AYOADE, p. 30, 1996). Esse é um parâmetro físico que diz respeito ao fluxo de calor dado em função do balanço de radiação que chega e que sai de um corpo.

A variação da temperatura da superfície normalmente é influenciada pela quantidade de insolação recebida, pela natureza da superfície, pela distância a partir dos corpos hídricos, pelo relevo, a natureza dos ventos predominantes, sendo esperado que diferentes usos e coberturas do solo apresentem distintos valores de temperatura de determinada superfície, se considerada a diferença de absorção, emissividade e irradiação existente entre eles.

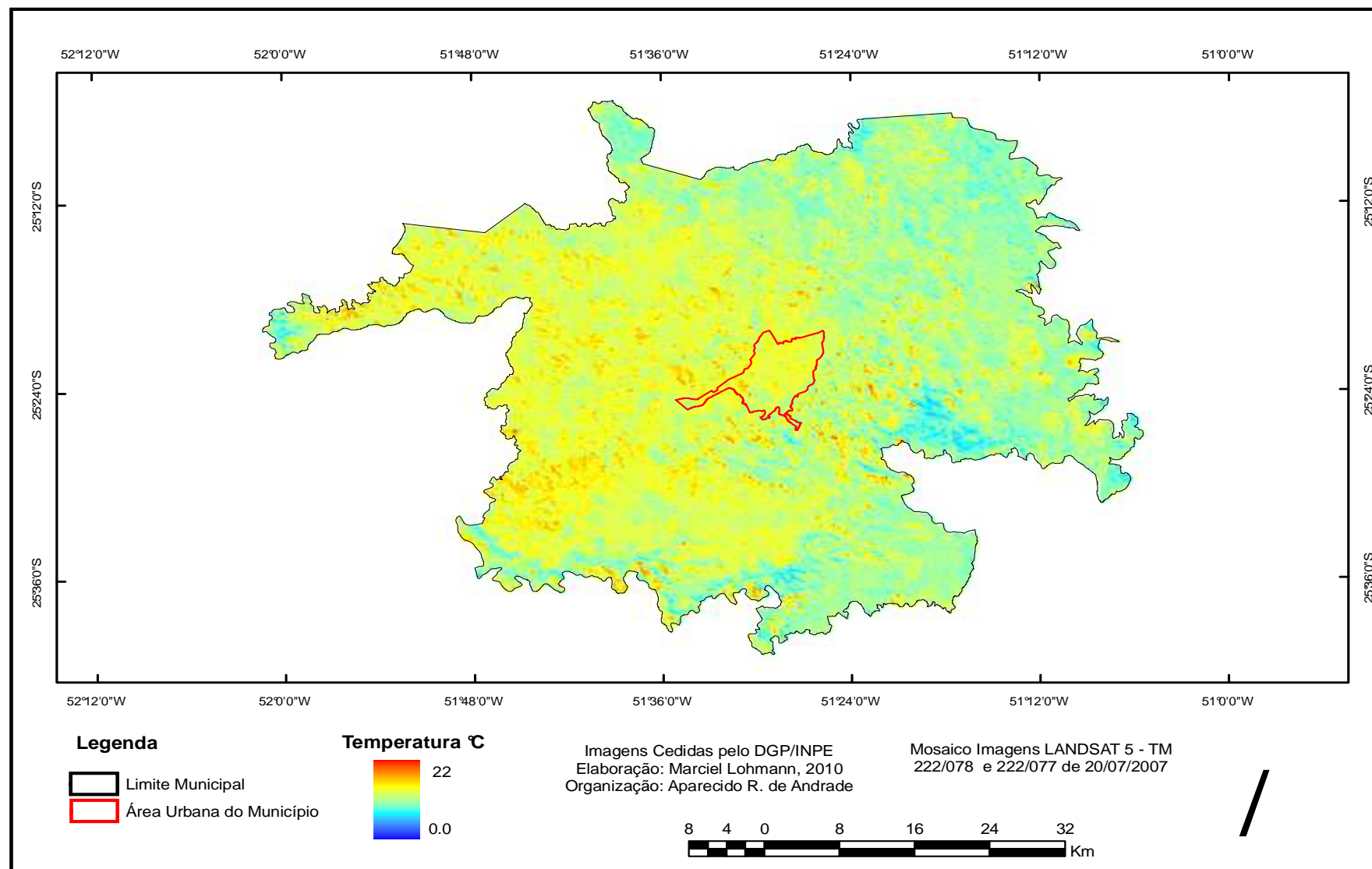


A **Figuras 32** representa a variabilidade espacial da temperatura da superfície terrestre para o município de Guarapuava, referente o dia 20/07/2007 (inverno de 2007). Embora o período de coleta de dados primários tenha sido o inverno de 2008, não foi possível adquirir imagem de satélite com boa qualidade para este ano, por isso, com o objetivo de visualizar as diferenças térmicas, optou-se por analisar um dia de inverno do ano anterior, por considerar possível viável, uma vez que as condições do tempo e de uso e ocupação da terra são semelhantes. Sua análise possibilita a identificação de que, apesar de o município de Guarapuava ter vários pontos com temperaturas bem mais elevadas fora da área urbana, principalmente na parte oeste da imagem, praticamente toda a área urbana apresenta temperaturas mais elevadas que o seu entorno. Nesse sentido, ao centralizar a análise nas regiões próximas das áreas urbanas, por terem sido mais bem monitoradas no decorrer deste estudo, percebe-se que a distribuição da temperatura em Guarapuava apresenta, ao mesmo tempo, temperaturas bem elevadas (setores oeste e noroeste) e também mais baixas (setores leste e sul).

Outra avaliação pertinente é a influência do índice de vegetação na temperatura da superfície, pois pode ser facilmente notada a correlação existente entre as duas **figuras 31 e 32**. As áreas com maior densidade de vegetação são as que apresentam menor temperatura, ao passo que aquelas com índices de vegetação menores, são as que apresentam temperaturas mais elevadas.

As temperaturas mais elevadas fora da área urbana estão vinculadas a área de agricultura, em que o solo estava em repouso e por isso o aquecimento superficial foi maior, ou seja, a explicação para áreas mais aquecidas fora do perímetro urbano, pode ser vinculada à sazonalidade no uso da terra e não, necessariamente, ao uso permanente, como é o caso da estrutura urbana.

Enfim, a utilização das imagens de satélite LANDSAT 5 permitiu identificar a influência significativa do uso e ocupação do solo na variabilidade espacial da temperatura da superfície. As áreas com vegetação e sem aglomerados urbanos significativos foram as que tiveram temperaturas da superfície menores; em contrapartida, aquelas áreas onde a vegetação é pouca e existem estruturas provenientes da dinâmica sociocultural (urbanização e agricultura) foram as que apresentaram maiores temperaturas.



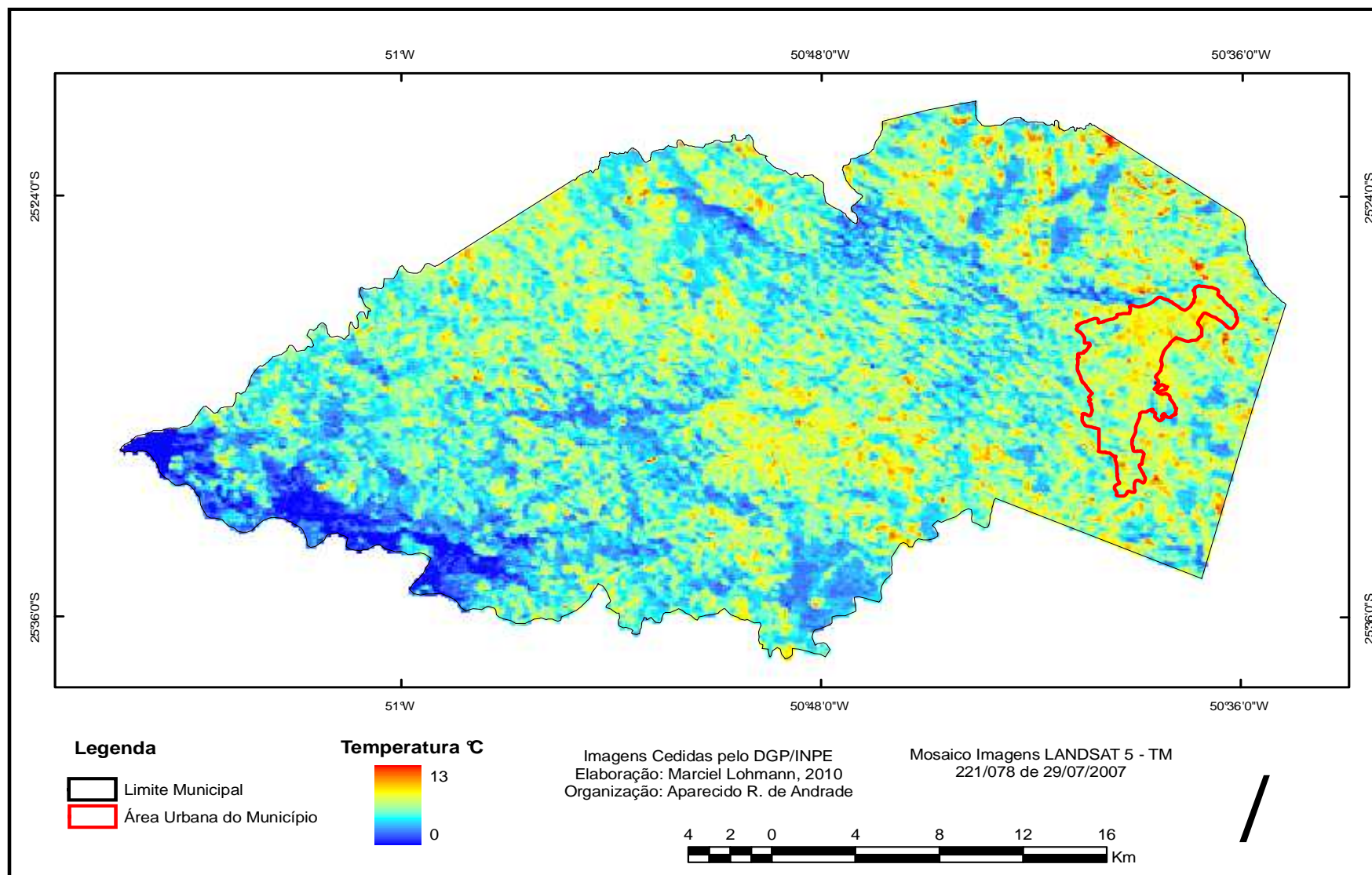
**Figura 32:** Termografia da superfície para Guarapuava/PR (Banda Termal do LANDSAT 5)

A **Figuras 33** representa a variabilidade espacial da temperatura da superfície terrestre para o município de Irati, referente o dia 29/07/2007 (inverno de 2007). A explicação para a utilização de dados referente o ano anterior àquele em que os dados primários foram coletados, é mesma já apresentada para Guarapuava. Sua análise possibilita a identificação de que, apesar de existir vários pontos temperaturas mais elevadas fora da área urbana, principalmente na parte nordeste da imagem, praticamente toda a área urbana apresenta temperaturas mais elevadas que o seu entorno. Da mesma forma que Guarapuava, Irati também apresenta, nas regiões dentro da área urbana, temperaturas bem elevadas (setor norte), com alguns pontos, apresentando temperaturas ligeiramente mais baixas (setores leste e sul).

A influência do índice de vegetação na temperatura da superfície, também pode ser facilmente notada. As áreas com maior densidade de vegetação são as que apresentam menor temperatura, ao passo que aquelas com índices de vegetação menores, são as que apresentam temperaturas mais elevadas.

As maiores temperaturas fora da área urbana estão vinculadas a área de agricultura, em que o solo estava em repouso e por isso o aquecimento superficial foi maior, ou seja, a explicação para áreas mais aquecidas fora do perímetro urbano, pode ser vinculada à sazonalidade no uso da terra. Contudo, diferente de Guarapuava, para Irati, é possível perceber claramente um maior aquecimento dentro da área urbano, principalmente na região central da cidade.

A cidade de Irati, mesmo sendo menor que Guarapuava, apresenta um contraste térmico bem mais marcante, em que a utilização das imagens de satélite LANDSAT 5 permitiu identificar a influência significativa do uso e ocupação do solo na variabilidade espacial da temperatura da superfície. As áreas maior densidade de vegetação, corpos hídricos e sem aglomerados urbanos significativos, foram as que tiveram temperaturas da superfície menores; em contrapartida, vinculando a variabilidade existente às estruturas provenientes da dinâmica sociocultural (urbanização e agricultura), pois foram nessas áreas, que ocorreram as maiores temperaturas.



**Figura 33:** Termografia da superfície para Irati/PR (Banda Termal do LANDSAT 5)

#### 4.10 Os dados das estações meteorológicas oficiais: Irati e Guarapuava

Apesar do presente estudo ter se amparado na análise de dados primários, ou seja, naqueles monitorados e coletados diretamente pelo pesquisador e sua equipe, a validação dos mesmos deve passar pela comparação, mesmo que através de médias, com os dados oficiais de estações meteorológicas vinculadas à Organização Meteorológica Mundial - OMM. Por isso, os dados da estação meteorológica de Irati (vinculada ao Instituto Nacional de Meteorologia - INMET) e da estação de Guarapuava (vinculada ao Instituto Agrônomo do Paraná - IAPAR) foram agrupados nas **Tabelas 7 e 8**.

Vale destacar que as estações meteorológicas dos dois municípios estão localizadas bem próximas das áreas urbanas, inclusive, fazendo parte do perímetro urbano oficial dos municípios. Entretanto, os padrões da OMM estão sendo seguidos, pressupondo-se a não existência de influências da dinâmica urbana nos dados coletados.

**Tabela 7:** Dados Meteorológicos Secundários de Guarapuava

Data	Temperatura do Ar	Temperatura do Ar	Umidade Relativa do		
	(Mínima)	(Máxima)	Ar		
	06 horas	15 horas	09hs	15hs	21hs
01/07/2008	3,2 °C	22,8 °C	88%	45%	89%
02/07/2008	7,2 °C	22,6 °C	94%	45%	85%
03/07/2008	11,4 °C	22,0 °C	90%	89%	94%
22/07/2008	9,0 °C	16,0 °C	72%	95%	95%
08/08/2008	11,4 °C	18,8 °C	85%	74%	89%
09/08/2008	10,4 °C	13,6 °C	89%	89%	94%

Fonte: Estação Meteorológica de Guarapuava (IAPAR, 2008)

**Tabela 8:** Dados Meteorológicos Secundários de Irati

Data	Temperatura do Ar	Temperatura do Ar	Umidade Relativa do		
	(Mínima)	(Máxima)	Ar		
	06 horas	15 horas	09hs	15hs	21hs
01/07/2008	5,0 °C	23,0 °C	87%	68%	100%
02/07/2008	8,0 °C	23,0 °C	97%	73%	89%
03/07/2008	11,0 °C	19,0 °C	99%	90%	94%
22/07/2008	10,0 °C	18,0 °C	92%	78%	86%
08/08/2008	11,0 °C	17,0 °C	96%	79%	87%
09/08/2008	10,0 °C	13,0 °C	98%	95%	97%

Fonte: Estação Meteorológica de Irati (INMET, 2008)

Ao se comparar os dados das **Tabelas 7 e 8**, percebe-se que os elementos meteorológicos (temperatura e umidade do ar) têm valores e variabilidades que não se diferenciam muito para os dois municípios. Desta forma, os dados apresentados confirmam as análises anteriores (Capítulo 2), onde foi identificada uma mesma tipologia climática para os dois municípios, amparada na classificação de Koeppen (Cfb).

Esta conclusão evidencia que as estações meteorológicas, dadas as suas características únicas, que obedecem a padrões internacionais, tendem a representar condições meteorológicas e climáticas para uma vasta região. Os dados das duas estações são muito parecidos, e por isso, podem levar o pesquisador a concluir que a dinâmica atmosférica regional é a única influência na variabilidade dos dados, pois as diferenças no uso e ocupação do solo principalmente, não parecem ter influência, mesmo que a análise das imagens de satélite (item 4.9) identifique claramente tal fenômeno.

Como o objetivo principal da apresentação desses dados não é discutir semelhanças e diferenças entre eles, mas tentar validar os dados primários coletados, não convém, neste momento, avançar nesta discussão, sendo mais pertinente apresentar os dados primários, conforme **Tabela 9 e 10**.

Em virtude da coleta dos dados primários ter sido efetuada em vários pontos para cada um dos municípios, convencionou-se trabalhar com os valores médios para cada elemento e horário representado, entendendo, assim, que a realidade de cada município estará coerente com a metodologia de coleta das estações oficiais, abrangendo uma área de aproximadamente 50 km<sup>2</sup> cada uma, com os mais diversos tipos de ambientes naturais e sociais.

**Tabela 9:** Dados Meteorológicos Primários de Guarapuava

Data	Temperatura do Ar	Temperatura do Ar	Umidade Relativa do		
	(Mínima)	(Máxima)	Ar		
	06 horas	15 horas	09hs	15hs	21hs
01/07/2008	7,0 °C	22,0 °C	66%	52%	73%
02/07/2008	12,0 °C	19,0 °C	75%	61%	68%
03/07/2008	12,0 °C	15,0 °C	75%	87%	81%
22/07/2008	15,0 °C	16,0 °C	76%	86%	86%
08/08/2008	13,0 °C	20,0 °C	87%	71%	91%
09/08/2008	10,0 °C	13,0 °C	91%	90%	93%

Fonte: Estação Meteorológica de Guarapuava (IAPAR, 2008)

A comparação dos dados da **Tabela 7** com os da **Tabela 9** evidencia que a variabilidade de dia para dia obedece ao mesmo padrão, ou seja, as temperaturas médias, principalmente a mínima, aumentaram do dia 1/07/2008 até 22/07/2008 e diminuíram até o dia 09/08/2008. Contudo, a amplitude dos dados diários (diferença da temperatura

mínima para a máxima) nem sempre foi semelhante, mas suficientemente parecida para dar confiabilidade aos dados primários coletados, mesmo porque foram feitas médias e as diferenças existentes estão dentro do desvio padrão.

**Tabela 10:** Dados Meteorológicos Primários de Irati

Data	Temperatura do Ar	Temperatura do Ar	Umidade Relativa do		
	(Mínima)	(Máxima)	Ar		
	06 horas	15 horas	09hs	15hs	21hs
01/07/2008	5,0 °C	23,0 °C	78%	48%	83%
02/07/2008	8,0 °C	24,0 °C	76%	51%	81%
03/07/2008	11,0 °C	19,0 °C	80%	74%	81%
22/07/2008	10,0 °C	21,0 °C	66%	72%	85%
08/08/2008	14,0 °C	18,0 °C	85%	84%	84%
09/08/2008	12,0 °C	17,0 °C	84%	79%	82%

Fonte: Estação Meteorológica de Irati (INMET, 2008)

Na comparação da **Tabela 8** com a **Tabela 10**, também é possível perceber que ambas apresentam variabilidade semelhantes de dia para dia, ou seja, temperaturas mais baixas no início do período de coleta, aumentando até o quarto dia e voltando a ficarem baixas no final do período. Contudo, diferentemente de Guarapuava, os dados de Irati são bem semelhantes nas duas tabelas, o que indica uma maior confiabilidade nos dados coletados pela equipe de voluntários da pesquisa, embora os dados de Guarapuava não estejam fora dos parâmetros de confiabilidade também.

## CONCLUSÕES

Num momento em que a sociedade cobra um retorno mais imediato das pesquisas acadêmicas, o presente estudo se propôs a contribuir para um melhor planejamento nos municípios estudados. A tese, propriamente dita, não apontou soluções objetivando melhoria nas condições de vidas, mas propôs a descrição das relações sociais e naturais existentes. As constatações que foram percebidas, certamente, poderão contribuir para a definição de metas no planejamento das políticas públicas dos dois municípios.

A análise socioambiental apresentada objetivou a identificação dos atributos naturais e sociais de relevância para o planejamento e para a gestão territorial. As características socioambientais identificadas na escala regional foram consideradas como modeladoras da paisagem, considerando os atributos do clima como um dos elementos que devem ser norteadores de decisões estratégicas para o bem comum.

Essa perspectiva ficou centrada na busca de uma possível relação socioambiental nas diferentes escalas (local e regional), utilizando as cidades e as particularidades que as distinguem como objetos de análise. Para tanto, foram avaliadas as configurações do relevo e sua influência na evolução dos tipos de tempo e também na delimitação climática em âmbito regional e local. A busca pela comprovação dessas premissas foi feita numa perspectiva sistêmica, onde o todo é mais complexo e oferece possibilidades paisagísticas mais integradoras e menos dissociadas, sem desconsiderar as singularidades das partes.

Por isso, as diversas características da climatologia regional foram abordadas, entendendo-se o “regional” em sua forma mais ampla, ou seja, como uma zona climática. As relações dos aspectos naturais da superfície terrestre (o relevo em destaque) e suas interações com as escalas do clima (local e regional) foram extremamente importantes para o desenvolvimento do estudo, pois a tentativa de relacionar as escalas de abordagem climática e as feições do relevo terrestre foi um dos objetivos propostos. Foram enfocados os aspectos climáticos mais gerais da área de pesquisa e as relações possíveis de serem identificadas nas duas realidades.

Logo no início do trabalho (Introdução), a hipótese ou tema para a pesquisa realizada foi apresentada, pressupondo uma discussão teórica embasada na relação sociedade-natureza. Esse processo relacional ocorreu juntamente com a avaliação empírica das variáveis relacionadas com a climatologia local e regional, numa perspectiva integradora, que considerou os aspectos da natureza, principalmente o relevo, mas também o uso e ocupação do solo (urbano e rural) como realidades permeadas pela intervenção da sociedade humana. Por se tratar de uma temática vinculada à climatologia, a dinâmica atmosférica também foi considerada como processo interveniente nessas relações.



Seguindo essa linha, as relações intra e interurbanas da área de estudo foram abordadas, com o objetivo de diferenciar tais aspectos, do ponto de vista local e regional, assim como as influências das relações oriundas de diferenças e similaridades climáticas das cidades e da região em que se inserem.

O estudo propôs uma discussão integradora da climatologia urbana e da(s) influência(s) desta com a realidade que a engloba e vice-versa. Para tanto, o primeiro passo seguido foi a escolha de um referencial teórico e metodológico que amparasse a investigação proposta, que culminou com a escolha da análise sistêmica. Esta escolha propiciou o estudo climático das cidades e a avaliação de aspectos mais amplos, mesmo que não estivessem diretamente relacionados com a abordagem climática, principalmente aqueles inerentes aos diferentes tipos de uso e ocupação do solo.

A livre adaptação do SAU permitiu interagir com as seguintes variáveis naturais: relevo, ar e ocupação do solo. Esse subsistema foi amplamente discutido, de forma a comprovar que o relevo, o clima local e o regional interagem de forma recíproca, criando climas locais e definindo o clima regional, numa perspectiva topoclimática. O relevo, por exemplo, foi o elemento da paisagem de maior relevância em toda a pesquisa, tanto para a definição dos aspectos climáticos locais como regionais. A altimetria e a rugosidade do relevo foram fatores preponderantes nas análises, iniciando-se pela escolha dos pontos para coleta de dados (topo e fundo de vale). Outra variável desse subsistema bastante explorada foi a condição térmica do ar e, por fim, mas não menos importante, foi a utilização de informações sobre a ocupação do solo da área.

No subsistema sociedade, a análise do uso do solo foi determinante, principalmente na estruturação da malha de coleta de dados, que considerou como parâmetros as áreas mais densamente povoadas.

Os atributos utilizados para avaliar os dois subsistemas (natural e social) foram definidos a partir da realidade cultural e econômica. A realidade cultural encontrada na área de pesquisa permitiu observar que existe uma certa homogeneidade na região (Guarapuava e Irati), pois a origem dos colonizadores das duas cidades é bem parecida, com a predominância de descendentes europeus. Salienta-se, entretanto, que a presença dos indígenas que ocupavam a região, ou de seus testemunhos, é praticamente ausente na organização da paisagem regional atual.

As técnicas cartográficas mais elementares propiciaram conhecimento espacial sobre a área de estudo, definindo, por exemplo, critérios para seleção dos pontos de coleta, mas, sobretudo, possibilitando a visualização, através de blocos diagramas, da rugosidade do relevo e do uso do solo urbano e suas adjacências. As duas principais características destacadas no mapeamento da área de estudo (**Figuras 4 e 5**) estão atreladas à hipsometria dos sítios urbanos e à área das cidades. A avaliação hipsométrica permitiu identificar que

Guarapuava e Irati têm amplitudes altimétricas muito parecidas, pois se aproximam de 200 metros de amplitude do ponto mais baixo para o ponto mais alto, dentro de seus respectivos perímetros urbanos; todavia, percebeu-se que a altitude do sítio urbano é bastante diferenciada nas duas cidades.

No **Capítulo 1**, principalmente através da evidências das **Figuras 4 e 5**, foi possível verificar que o perímetro urbano de Irati é bem menor (33 km<sup>2</sup>) do que Guarapuava (68 km<sup>2</sup>), mesmo tendo amplitudes hipsométricas parecidas. Ao se avaliar as duas realidades, a conclusão é de que Irati tem um relevo mais rugoso, ou seja, o sítio urbano está menos “aplainado”, o que dificulta melhores condições de urbanização. A cidade de Guarapuava também apresenta áreas com dificuldades para a instalação de estrutura urbana adequada (água, luz, esgoto, asfalto), porém, os contornos físicos da cidade de Irati são agravantes estruturais bem maiores. Assim, ressalta-se que as características inerentes ao relevo das duas cidades não são, necessariamente, os únicos empecilhos à melhoria da estrutura urbana, considerando-se que fatores socioeconômicos mais importantes explicam essa lenta evolução (**Capítulo 3**). Outro fator importante é que as diferenças de rugosidade dos sítios urbanos estão vinculadas à condição geológica-geomorfológica das duas cidades: topo e sopé da *cuesta*.

As vertentes das duas cidades estão orientadas, em sua maioria, para o quadrante Norte (**Figuras 4 e 5**), representando condições favoráveis à insolação, o que ameniza problemas de temperatura muito baixa, ocorrências comuns na área, pois os dados coletados confirmaram médias históricas, com temperaturas inferiores a 26 °C para os dois municípios, chegando próximo de 8 °C, no período de inverno. Aliás, nessa estação, são comuns temperaturas mínimas negativas e tempo chuvoso por vários dias seguidos. Essa realidade amplia a necessidade de boa insolação, ou seja, quanto maior a taxa de insolação, menor a sensação de frio no inverno, principalmente para a região de estudo, onde a umidade relativa do ar no inverno raramente fica abaixo dos 70%. Assim, as condições de vida e a busca por um conforto térmico mais adequado são mais facilitadas em localidades com vertentes orientadas para o quadrante norte.

As condições do clima regional (centro-sul do Paraná) foram consideradas típicas de clima temperado úmido, principalmente pela boa distribuição de chuvas e pelas ocorrências de temperaturas mínimas muito baixas, com neve, em algumas ocasiões, e a ocorrência de geadas severas em vários dias do ano. Chegou-se a essa conclusão por meio da análise de dados secundários cedidos pelo IAPAR e pelo INMET (**Capítulos 2 e 3**).

A interação dos vários aspectos locais com a dinâmica atmosférica regional foi o caminho escolhido para entender a estrutura climática atuante, tanto local como regional. A metodologia utilizada em redes de monitoramento oficial (estações climatológicas) normalmente desconsidera essa interação, provocando equívocos na interpretação da

tipologia climática para um dado local. A regionalização do clima torna-se pouco confiável, mas é na definição do clima local através da noção de região, que os problemas se ampliam e se diferenciam, pois localidades distantes a dezenas de quilômetros, normalmente possuem especificidades próprias, como pôde ser verificado na área de estudo. A região analisada evidenciou essa questão, pois a amplitude altimétrica e os contornos do relevo, além da diferença no uso e ocupação do solo, possibilitaram a identificação de climas locais que nem sempre são considerados como definidores da realidade regional. A pluviosidade (**Quadros XIV e XIV**), por exemplo, é um elemento com especificidades bem distintas.

Mesmo existindo uma certa dificuldade em encontrar referenciais bibliográficos que ressaltem a importância das formas e estruturas geomorfológicas na definição climática, não foi desconsiderada a existência dessa influência. A rugosidade do relevo e o tempo necessário para esse processo evoluir, aliado a diferenças altimétricas, confirmaram a definição de climas locais e regionais em permanente associação, umas vezes definindo semelhanças, outras, definindo diferenças. O nível de influência dos aspectos geomorfológicos nas condições do clima não atua de maneira uniforme, pois a evolução natural das condições do tempo é bem diferente das condições geomorfológicas; todavia, a influência recíproca existe, principalmente aquela proveniente da altimetria e da declividade do terreno.

A bibliografia consultada permitiu a conclusão de que as diferenciações no uso e ocupação do solo, tanto espacial como temporal, são fatores extremamente importantes na definição da dinâmica climática local e regional. Os exemplos arrolados confirmaram claramente que a intervenção social na paisagem, aliada a fatores naturais, possibilita a transformação do clima do local, intensificando a variabilidade temporoespacial e até mesmo provocando mudanças climáticas.

O nível de influência da modificação nas paisagens está relacionado à dinâmica social e natural existente, mas, normalmente, os impactos mais relevantes e imediatos são aqueles oriundos da transformação no uso do solo, potencializado pelas atividades sociais. Por sua vez, a ocupação do solo (idéia defendida nesta tese) estaria restrita a fatores naturais, portanto, com impactos menos perceptíveis num curto espaço de tempo, embora sua influência seja significativa também, por provocar alterações mais impactantes, porém temporalmente mais lentas. A existência de vegetação primária (Mata de Araucária) define que a ocupação do solo influencia o clima local e regional, principalmente através da vasta área pertencente à APA da Esperança.

Ao se analisar as especificidades climáticas de Irati e Guarapuava, através de dados secundários (estações climatológicas oficiais), foi possível perceber uma relativa homogeneidade nos elementos do clima, entre os dois municípios, pressupondo que o relevo (altitude e rugosidade) e as estruturas das cidades (naturais e sociais) não influenciam significativamente nas médias históricas destes elementos. Tal afirmação está amparada na

avaliação dos dados obtidos junto ao IAPAR e ao INMET, correspondendo a uma área de abrangência superior a 50 km<sup>2</sup> (conforme OMM), o que, normalmente, provoca uma generalização nas avaliações.

Todo o referencial teórico explorado nos **Capítulos 1 e 2** permite enfatizar a questão da escala, pois os efeitos causados na alteração do clima são melhor percebidos na escala local, sendo também passíveis de serem identificados na escala regional. A escala topoclimática foi eleita como melhor forma de análise, uma vez que propicia a interação de elementos e fatores locais e regionais. Com relação ao ambiente urbano, verificou-se que as áreas vegetadas e os corpos hídricos tendem a ter temperaturas mais amenas, mesmo que seu entorno esteja densamente edificado. Ao contrário, a falta dessas áreas e o acúmulo de prédios e atividades industriais tendem a apresentar temperaturas mais elevadas. Essa realidade é mais evidente em ambientes urbanos, entretanto, a diferenciação da quantidade de vegetação e água são influências incontestes em toda a área de estudo, como comprova a literatura consultada.

Os estudos de clima urbano abordando cidades de pequeno e médio porte, estão evoluindo, principalmente no Brasil, onde esta realidade representa a maioria dos mais de 5000 municípios existentes (IBGE, 2007). Duas conclusões são notórias na bibliografia consultada. A primeira delas é que as alterações oriundas das construções urbanas e as respectivas readequações nas relações de troca de energia, principalmente a incidência da radiação solar e os processos de armazenamento e perda desta fonte de calor, ocorrem de maneira análoga à realidade das grandes cidades. A segunda conclusão é de que as cidades de pequeno e médio porte são mais facilmente “mapeadas” e as técnicas cartográficas e de sensoriamento remoto são muito úteis, pois as informações oriundas da aplicação das mesmas, podem ser confirmadas rapidamente através de investigações empíricas, num curto espaço de tempo, além de propiciar uma melhor organização metodológica para a investigação a ser realizada.

A avaliação das condições socioambientais do objeto de estudo (Irati e Guarapuava) foi precedida pela justificativa conceitual da escolha efetuada, com uma certa arbitrariedade, mas totalmente vinculada à necessidade de melhor entender a realidade das cidades brasileiras, sejam elas pequenas, médias ou grandes. Para tanto, foram abordados os exemplos de alguns estudos que reafirmam a existência de aglomerados urbanos dos mais variados tamanhos e com diferentes tipos de problemas associados. Esse embasamento teórico comprova que a presente pesquisa seguiu uma linha metodológica bastante usual em trabalhos contemporâneos; mesmo que a abordagem não tenha sido exatamente a mesma, os problemas e soluções encontrados podem e devem ser discutidos por estudiosos das mais diversas áreas.

As condições socioambientais do meio ambiente urbano de Irati foram apresentadas e discutidas no item 3.2, demonstrando que as principais atividades que ocupam os habitantes iratienses estão centradas na produção e comercialização de produtos agropecuários. Contudo, estas não são as principais fontes geradoras de renda para o município, pois o PIB de Irati recebe maior contribuição do setor de comércio e serviços. No tocante aos aspectos físicos, a cidade apresenta vastas regiões consideradas áreas de preservação permanente, quer seja pela declividade, pela ocorrência de mananciais ou até mesmo pela existência de espécies florestais em extinção, que são protegidas pela legislação ambiental.

A vinculação da população local à colonização notoriamente voltada para as atividades agropastoris talvez explique esse fenômeno, mesmo que essas atividades não sejam as mais rentáveis do atual sistema produtivo local e regional. Entretanto, as dificuldades naturais que o município apresenta para a obtenção de uma melhor produtividade agropecuária é uma barreira a ser vencida, ou então o sistema produtivo deveria respeitar esses limites e evoluir para outras atividades mais rentáveis, que propiciassem melhores condições de vida.

Com relação à cidade propriamente dita, seu sítio está inserido numa área onde existem muitas dificuldades e limitações ao uso e ocupação do solo, principalmente as vinculadas à rugosidade do relevo, creditadas às altas taxas de declividade, que definem a impossibilidade, tanto legal como estrutural, para edificações e melhores condições de urbanização de forma geral. Os aspectos culturais, associados às limitações do terreno, definem problemas históricos na ocupação do espaço urbano de Irati, mas não se restringem apenas à cidade, pois a área rural também apresenta as mesmas limitações.

A cidade de Irati evolui claramente, pois sua área urbana cresce, mesmo que o perímetro urbano seja o mesmo a quase 100 anos. Apesar da área urbanizada da cidade ter aumentado, os padrões de qualidade de vida e acesso à estrutura urbana qualificada não acompanharam tal crescimento. Ao contrário, vários problemas surgiram e são diariamente discutidos pela comunidade local, principalmente aqueles oriundos da poluição urbana, em reuniões de conselhos comunitários criados pela prefeitura local e abertos à participação geral. Algumas dessas reuniões foram presenciadas pelo autor desta tese.

O meio ambiente urbano de Guarapuava apresenta várias similaridades com o de Irati, principalmente com relação a sua ascendência sociocultural, proveniente de imigrantes europeus, mesmo que as influências da migração interna (gaúchos, principalmente) também sejam percebidas. Esses imigrantes definiram a lógica de uso e ocupação do solo guarapuavano, edificando os costumes e tradições de seus povos, normalmente vinculados à produção agropastoril, que ainda são bem marcantes, apesar dos quase dois séculos de demarcação e evolução do território de Guarapuava.

A economia de Guarapuava apresenta um nível de evolução definido pela concentração de seu PIB e da mão-de-obra ocupada nas atividades do comércio e da indústria, mas ainda

estão bastante vinculados a atividades agropastoris, pois estas atividades normalmente dependem da produção de matéria-prima da área rural, mesmo que incipiente.

Os problemas socioambientais de Guarapuava estão mais centrados nas questões econômicas, pois a falta de oportunidade de emprego para seus moradores e a baixa oferta de residências providas da estrutura urbana mínima (asfalto, água, luz e saneamento básico), desencadeiam processos de ocupação irregular e a proliferação de subempregados e marginalizados.

A Geografia brasileira trata as questões ligadas à dinâmica climática numa perspectiva integradora, propiciando a interação dos fatores e elementos climáticos, que não podem ser dissociados da realidade social; por isso, a idéia ou noção de ritmo climático torna-se importante nas análises afeitas a essa ciência. Tal metodologia foi proposta por Monteiro (1971), mas já foi utilizada e adaptada por inúmeras pesquisas realizadas desde sua proposição, que sempre comprovam sua eficácia.

Com relação ao ritmo climático do município de Irati, foi possível identificar que a variabilidade diária das condições do tempo está fortemente vinculada às condições sinóticas, pois as alternâncias na temperatura, umidade, pressão e precipitação, ocorrem sistematicamente com as mudanças ocorridas na atuação das massas de ar. A única exceção ocorre com relação à direção e velocidade do vento, pois esse elemento não possui sua dinâmica vinculada às condições sinóticas necessariamente, podendo serem identificadas mudanças em períodos distintos, mais facilmente relacionados com a rugosidade do relevo e com a interferência de edificações e construções de forma geral aliadas ao desmatamento.

Por isso, o ritmo climático de Irati no início do inverno de 2008 não apresentou nenhuma tendência para eventos extremos, a não ser àqueles vinculados à dinâmica atmosférica, pois as variabilidades da temperatura, da umidade e da precipitação estiveram dentro da média histórica para o município. O município de Guarapuava apresentou condições muito semelhantes a Irati, pois as condições gerais do tempo também estiveram vinculadas à dinâmica atmosférica e, somente a direção e velocidade do vento teve padrões distintos, não permitindo associação com as condições sinóticas. Essas constatações comprovam a hipótese de que o relevo está influenciando a dinâmica climática local, diferenciando os dois municípios, separados pela feição geomorfológica conhecida como Serra da Esperança. A direção e velocidade do vento que diferenciam a distribuição e intensificação de calor apresentaram características diferenciadas em vários pontos de coleta e, por conseguinte, nas cidades estudadas. Os dados que comprovam tal afirmação são visualizados e discutidos no **Capítulo 4** desta tese.

A análise geral do ritmo climático diário para os dois municípios (Guarapuava e Irati) permite concluir que as características do clima são dependentes das características regionais, pois os dados oficiais das estações meteorológicas são bem parecidos. Mesmo que a

direção e velocidade dos ventos não seguissem o mesmo padrão, esse elemento, por si só, não influenciou significativamente na configuração do clima local e regional, pois verificou-se que, mesmo provocando alterações nas condições do tempo na escala topoclimática, ainda assim é necessário que se considere a homogeneidade dos outros elementos em toda a região de estudo.

A análise dos dados de precipitação para o município de Irati evidenciou que o período mais seco é o inverno (junho, julho e agosto) e o período mais chuvoso é o verão (dezembro, janeiro e fevereiro), fato que se comprova pela mediação das precipitações nos meses mais secos e mais chuvosos do período selecionado (1976 a 2007). Concluiu-se, portanto, que as chuvas são bem distribuídas em todo o ano, mas que o outono e o inverno apresentam menores intensidades e frequências pluviométricas do que a primavera e o verão.

As análises efetuadas para as temperaturas mínimas e máximas, levaram à conclusão de que os meses mais quentes na região de Irati apresentam média de 23,7 °C e os mais frios de 12,7 °C, evidenciando uma amplitude média anual de 11 °C. Contudo, os resultados obtidos indicam que os meses mais quentes (verão) estão dentro do desvio padrão, mas os mais frios (inverno) nem sempre apresentam temperaturas médias dentro do desvio considerado, resultando na ocorrência de invernos intensos em vários anos, principalmente no mês de julho.

A umidade relativa do ar para Irati, por sua vez, não apresenta variabilidade significativa em torno da média (78,7%), tanto na análise anual quanto mensal, mas percebe-se que o mês mais seco (agosto) tem uma média de aproximadamente 74%. Esse elemento demonstrou uma forte vinculação com a ocorrência de chuvas, conclusão amparada no fato de que os meses mais chuvosos também são os que apresentam maior umidade relativa do ar. Essa ocorrência, todavia, não significa que a temperatura do ar e a umidade relativa não estejam associadas. Assim, a disponibilidade constante e muitas vezes excessiva de umidade provinda da evapotranspiração, na qual a precipitação bem distribuída influencia também, define que o mês mais seco é também o menos chuvoso.

O balanço hídrico realizado para o município de Irati indica que ocorre excedente hídrico em todos os meses do ano, mesmo que seja possível identificar menor disponibilidade de água em alguns meses (fevereiro e agosto) e maior em outros (setembro e outubro). Isso demonstra que as reservas hídricas do município, mesmo sendo bem distribuídas, não obedecem a uma sazonalidade bem definida, pois os meses com maior ou menor excedente hídrico não se referem a uma estação do ano específica, e nem mesmo a períodos mais secos, mais úmidos, mais quentes, mais frios ou mais chuvosos. Somente o mês de agosto pode ser considerado como representativo da intensidade das chuvas (quantidade da altura pluviométrica em um mesmo mês), pois foi considerado o mês menos chuvoso e mais quente do período.

Em relação aos dados mensais de precipitação, temperatura, umidade e o consequente balanço hídrico, Guarapuava apresentou condições bem semelhantes a Irati, destacando-se que o trimestre com menor ocorrência de chuvas foi o inverno (junho, julho e agosto), mas o mais chuvoso não foi o verão, como em Irati, e sim o outono (abril e maio), apesar de que os meses de outubro e novembro (primavera) também terem apresentado precipitação significativa para o período (acima de 20% do total anual). Percebe-se, então, que Guarapuava não apresenta uma estação seca ou chuvosa bem definida, o que indica que as ocorrências de precipitação são bem distribuídas no decorrer de todo o ano e, na primavera, principalmente, a intensidade é bem maior, como ocorre no mês de outubro.

Com relação aos dados de temperatura, os resultados obtidos indicaram que Guarapuava apresenta uma temperatura média máxima mensal de 23,6 °C, com um desvio padrão de 4,4 °C. Já a temperatura média mínima mensal é de 12,8 °C, com o mesmo desvio padrão. Esses dados indicam que Guarapuava apresenta uma variabilidade na temperatura do ar praticamente idêntica à de Irati, pois os valores médios máximos e mínimos são quase os mesmos, exceto o desvio padrão, que aumenta um pouco (cerca de 1°C), indicando uma maior dispersão dos dados em relação à média.

Novamente, constata-se que os dados oficiais das estações climatológicas representam uma realidade regional, desconsiderando os fatores locais, pois o tratamento estatístico realizado demonstrou uma similaridade marcante entre as condições térmicas dos dois municípios, tanto no que diz respeito às máximas como em relação às mínimas, considerando para tal análise, os valores médios.

A variabilidade mensal e interanual da umidade relativa do ar em Guarapuava também ocorre de maneira muito parecida com Irati. A média histórica é de 77,5%, mas a maioria dos meses e anos indica que o primeiro semestre (janeiro a junho) é mais úmido que o segundo semestre (julho a dezembro). Desta forma, a umidade relativa do ar está relacionada com a frequência de precipitação, mesmo que a intensidade não seja significativa, pois o verão e o outono foram identificados como os meses com maior frequência na precipitação, ao passo que a primavera apresentou maior intensidade e o inverno foi considerado o período menos chuvoso.

A umidade relativa do ar em Guarapuava, assim como em Irati, apresenta relação com a evotranspiração, que influenciada pela precipitação e pela temperatura do ar, conjuntamente. Por isso, os meses mais quentes, nem sempre são os mais secos.

Feitas as devidas considerações sobre a relação da umidade relativa do ar com a temperatura e a precipitação, convém salientar a dinâmica decorrente deste processo, em que o fornecimento de vapor d'água para a atmosfera está totalmente associado à umidade relativa do ar, ocorrendo em função da temperatura e da quantidade de precipitação que incide em uma determinada área. Diz-se que o ar está saturado, ou seja, com 100% de



umidade relativa, em três situações: aumentando o teor de umidade através da evaporação e mantendo a temperatura constante; reduzindo-se a temperatura, sem acrescentar vapor d'água; ou ainda, combinando os dois processos (ROSE, 1966 *apud* VAREJÃO-SILVA, 2001).

Na região estudada, foi possível perceber que o inverno tem um maior teor de umidade relativa e isto ocorre em virtude das temperaturas diminuírem, mesmo que a taxa de evaporação não se altere, mas quando essa taxa sobe (período de chuvas), a umidade relativa do ar tende a ser maior; por isso, a combinação de baixas temperaturas com boa distribuição pluviométrica explica a variabilidade sazonal da umidade relativa do ar, tanto para Guarapuava, quanto para Irati.

A marcha anual e mensal da precipitação, da temperatura, da umidade e o consequente balanço hídrico, para toda a área de estudo (Guarapuava e Irati), demonstraram que a dinâmica climática regional prepondera na definição das condições climáticas dos dois municípios. A aparente homogeneidade dos dados obtidos indica que as metodologias utilizadas pelas duas estações climatológicas oficiais são as mesmas e que a representatividade dos dados extrapolam o local e abrangem toda a região. Essa constatação permite a conclusão de que, ao menos pelos dados oficiais, a Serra da Esperança não define características climáticas diferenciadas.

Após as análises centradas em dados secundários, foi efetuada coleta de dados primários, após o monitoramento das condições sinóticas para a região Sul do Brasil. A análise diária dos sistemas atmosféricos atuantes, feita por meio de informações obtidas junto ao INPE, INMET e SIMEPAR, permitiu a conclusão de que, na primeira quinzena de julho, o tempo para a região de estudo era estável, sem ocorrência de chuvas e com temperaturas acima dos 20 °C, consideradas altas para o inverno local. Na segunda quinzena de julho e início de agosto, o tempo se alterou e a entrada de uma mPA influenciou a queda das temperaturas e a ocorrência de chuvas esparsas, com fraca intensidade, culminando com o aumento da precipitação e a queda mais efetiva da temperatura no final da primeira semana de agosto de 2008, condições que se prolongaram e se intensificaram durante o mês de agosto e setembro, principalmente com relação à diminuição na temperatura do ar.

As condições meteorológicas regionais evidenciaram um início de inverno com temperaturas relativamente altas e pouca ou nenhuma precipitação, que foram gradativamente se modificando e culminaram com temperaturas baixas e com o aumento na precipitação, definindo um inverno frio e úmido, padrão considerado normal para a região de estudo, conforme atestam os dados históricos das estações climatológicas oficiais.

Tomando-se a Análise Rítmica como padrão de referência, foi possível realizar a comparação da variabilidade horária e diária da temperatura do ar entre os pontos de coleta de dados. Apesar de o procedimento adotado não ser considerado uma Análise Rítmica como

aquela concebida por Monteiro (1971), ele foi adaptado para se fazer a comparação entre os pontos, tanto no aspecto local como regional.

Com relação aos pontos de coleta que representam o percurso de Irati até Guarapuava, onde os aspectos de uso do solo são bem parecidos, por se encontrarem às margens da BR 277, com formação vegetal e estrutura das edificações semelhantes em todos os pontos, verificou-se que a temperatura do ar decresceu, mesmo havendo uma certa diferenciação de ponto para ponto e dia para dia, explicada pela dinâmica da circulação atmosférica na área de estudo. No mesmo sentido, a direção e velocidade do vento também se alteraram, mas, neste caso, o padrão dessa evolução não é facilmente explicado pelas condições sinóticas, tornando-se mais propícia sua explicação pelas características locais, principalmente pelo relevo.

Verificou-se que os pontos 7 e 8, localizados em altitudes menos elevadas e antes da Serra da Esperança, têm ventos mais constantes com velocidades menores, ao mesmo tempo em que a temperatura é mais elevada. Em contrapartida, os pontos 9 e 10, localizados no topo da serra e próximos a Guarapuava, em altitudes mais elevadas, apresentam uma maior variabilidade na direção do vento e aumento significativo na sua velocidade, com temperatura do ar mais amena em relação aos pontos 7 e 8. Novamente, as condições do relevo local explicam essa diferenciação, principalmente pelo fato de Irati estar situada no “front” da *cuesta* e sobre um relevo côncavo, que propicia maior homogeneidade na evolução da direção e velocidade dos ventos, provocando menores velocidades e fluxos mais contínuos. Em Guarapuava, a situação se altera e o fato de a cidade se localizar no reverso da *cuesta*, em relevos mais convexos, torna o ambiente mais propício para o aumento da velocidade dos ventos e fluxos menos constantes, com orientações mais diversificadas.

Ficou provado, através dessa comparação, que as características regionais são vinculadas à dinâmica atmosférica, mas o relevo (serra) desempenha papel diferenciador, limitando a variabilidade dos elementos climáticos ao fator altitude, principalmente. Essa relação pode ser exemplificada pela amplitude térmica encontrada nos diferentes ambientes, que foram realçados pela diferença altimétrica, ou seja, os locais nos altos das vertentes, independente do uso e ocupação do solo, sempre apresentaram temperaturas mais elevadas, quando a análise realizada foi na escala local (cidade e seu entorno). Contudo, quando a avaliação efetuada se deu na escala regional, a situação se inverteu e o alto da vertente (serra) apresentou temperaturas menores, constatação típica da relação temperatura/altitude.

Entretanto, deve-se ressaltar que a ocupação do solo (vegetação densa) diferenciada do ponto 9, indica temperaturas mais baixas em comparação com o ponto 10, que está localizado praticamente na mesma altitude, mas com pouca ou nenhuma vegetação circundante. A interação do fator altitude com a densidade da vegetação local, deve ser considerada de forma conjunta, caso contrário, a caracterização do clima local não poderá ser totalmente

identificada. Esta interação entre os fatores ocorre no sentido de que a altitude é a mesma, por isso em condições normais, onde todos os outros fatores envolvidos não se alterassem também, a temperatura permaneceria igual.

O fato de a vegetação no ponto 9 ser bem mais densa explica a ocorrência de temperaturas menores, e isso ocorre porque a vegetação reduz a temperatura do ar por sombreamento direto das superfícies e pela diminuição do ganho de calor solar através da evapotranspiração das plantas, além da conversão da radiação solar incidente em calor latente (DIMOUDI; NIKOLOPOULOU, 2003 *apud* CAVALCANTE et al, 2005).

Os pontos de coleta localizados nas áreas densamente povoadas das duas cidades sempre apresentaram temperaturas mais elevadas do que a área rural, principalmente aqueles localizados no fundo de vale. Contudo, as duas cidades apresentaram algumas diferenças sistemáticas na evolução da variabilidade termal. Para Irati, foi possível notar que a mPa influenciou a temperatura do ar, mas isto não ocorreu de forma simétrica, pois a temperatura máxima seguiu o padrão considerado normal, ou seja, sob a ação da mPa teve diminuição, mas a temperatura mínima não obedeceu essa lógica e, ao contrário, se elevou de forma sistemática. Sendo assim, conclui-se que as influências locais (relevo e uso e ocupação do solo) foram mais atuantes e definiram uma dinâmica própria para a variabilidade da temperatura do ar, centrada na diminuição da amplitude térmica, pois as máximas diminuíram e as mínimas se elevaram.

Com relação ao município de Guarapuava, a diferenciação da área urbana com a área rural foi nitidamente comprovada, principalmente na análise dos dados de temperatura mínima, indicando que a área densamente povoada no alto de uma vertente urbana esteve bem mais aquecida do que a área localizada na baixa vertente do ambiente rural. Novamente, a altitude, em conjunto com o uso e ocupação do solo, foi bem mais influente na variabilidade da temperatura do ar do que as condições atmosféricas regionais; mesmo que as condições do tempo tenham se alterado, o padrão de variabilidade local se manteve e não foi modificado pela alteração na atuação dos sistemas atmosféricos.

Nos pontos com maior adensamento urbano de Irati, a temperatura do ar esteve mais elevada que os pontos com as mesmas características de Guarapuava, possibilitando a conclusão de que Irati apresenta valores mais elevados na temperatura do ar. Da mesma maneira, no ponto urbano menos adensado de Irati a temperatura foi maior que o ponto mais adensado de Guarapuava, principalmente no horário das 15 horas, enquanto nos outros horários os valores estiveram bem próximos, ou seja, Irati sempre esteve mais aquecida, independente das características locais serem semelhantes ou diferenciadas. Contudo, a variabilidade da temperatura entre os pontos urbanos das duas cidades esteve mais vinculada à altitude do que ao uso do solo, pois os pontos localizados em baixa vertente, tanto em Irati como em Guarapuava, tiveram temperaturas mais baixas, principalmente em Irati.

A conclusão de que a área urbana de Irati, como um todo, sempre esteve mais aquecida do que Guarapuava deve ser analisada na perspectiva da climatologia dinâmica. Desta forma, é importante frisar que existiram 4 situações diferenciadas no decorrer do período de coleta de dados: 1) atuação da Massa Tropical Atlântica nos dias 1, 2 e 3 de julho; 2) atuação de uma Frente Fria no dia 22 de julho, associada ao avanço da Massa Polar Atlântica; 3) atuação de uma Frente Estacionária no dia 08 de agosto; e 4) Atuação da Massa Polar Atlântica no dia 09 de agosto. Em todas as condições sinóticas apresentadas, os dados apontaram a mesma situação, ou seja, Irati sempre mais quente. A única observação a ser feita é que a diferença entre as duas cidades foi maior no dia 22 de julho de 2008, quando existia a predominância de uma Frente Fria sobre toda a região. Diante disto, se conclui que os relevos, côncavo de Irati, e convexo de Guarapuava, definem uma dinâmica própria para a temperatura do ar das duas cidades, pois a circulação reduzida e fechada de Irati influencia no aumento mais marcante da temperatura do ar, enquanto Guarapuava (circulação ampla e aberta) tem temperaturas mais amenas.

As duas cidades tiveram aumento e diminuição da temperatura e da umidade do ar, influenciadas pelas condições do tempo regional, ou seja, as alternâncias nos sistemas atmosféricos definiram alterações nas condições do tempo local, mas esta influência foi bastante limitada pelas características locais, pois nem todos os pontos de coleta apresentaram a mesma variabilidade espaço-temporal.

Os pontos localizados nas áreas rurais dos dois municípios apresentaram temperaturas bem inferiores aos pontos urbanos, com exceção do ponto 10 em Guarapuava, que não apresentou diferenciação tão significativa, porém, no ponto de alta vertente em ambiente rural de Irati foram identificadas temperaturas menores do que no ponto com as mesmas características de Guarapuava, significando que o ambiente rural de Irati é mais frio do que o de Guarapuava. Somente no dia 03 de julho de 2008, esse fato não ocorreu.

Novamente, constata-se que a circulação geral da atmosfera não exerceu influência na variabilidade espacial da temperatura, contudo, no dia 03 de julho (quando ocorreu o enfraquecimento da MTa), as áreas rurais de Irati estavam mais aquecidas do que as de Guarapuava. Essa constatação reafirma a conclusão de que o relevo influencia significativamente a dinâmica da temperatura nas cidades, mas não atua de forma tão marcante no ambiente rural. É na comparação urbano-rural para cada uma das cidades (isoladamente) que as diferenças se sobressaem. O mesmo não ocorre no rural-rural dos dois municípios, pois as condições do relevo e de uso e ocupação do solo são bem parecidas, mesmo que a área rural de Irati apresente uma leve tendência a ser mais fria. Essa conclusão é baseada no maior número de ocorrências nos dias analisados, mesmo havendo dias em que a situação se inverteu, indicando possíveis semelhanças nos dois ambientes rurais.

A variabilidade da temperatura e da umidade relativa do ar evoluiu em padrões bem parecidos na maior parte dos pontos e dias analisados; Irati apresentou temperaturas mais elevadas do que Guarapuava no ambiente urbano, mas no ambiente rural a relação se inverteu (Guarapuava é mais quente), embora essa diferenciação seja mais marcada para a alta vertente rural, pois a baixa vertente possui diferenciação bem menor, sendo evidenciada uma semelhança incontestável nos seus valores. Desta forma, a ocorrência de ilhas de calor em Irati é mais acentuada do que em Guarapuava, provando a influência da diferenciação morfológica do relevo (côncavo – convexo) entre as duas cidades, nas condições climáticas locais.

A amplitude térmica entre os diferentes ambientes na cidade de Irati, de forma geral, é mais elevada, possibilitando a conclusão de que Guarapuava, apesar de ser mais densamente povoada, possui temperaturas mais homogêneas, fato creditado à menor declividade do terreno e à existência de maior quantidade de corpos hídricos no interior da cidade, além da constatação que Irati tem um relevo mais fechado, diminuindo a circulação do ar, enquanto Guarapuava é mais aberta e com a predominância de uma maior circulação do ar.

A utilização das imagens de satélite como ferramenta de análise possibilitou uma visão geral do contexto regional da área de estudo, principalmente na questão da diferenciação do uso e ocupação do solo, através do cálculo do NDVI. Essa metodologia permitiu concluir que o município de Guarapuava, como um todo, tem uma densidade de vegetação bem mais expressiva do que Irati.

A área do município de Guarapuava tem índices de vegetação bem mais elevados do que Irati, o que evidencia a possível influência da vegetação numa escala mais ampla, ou seja, a vegetação da área total do município contribui para temperaturas mais amenas do que Irati.

A comparação entre as **Figuras 29 e 30** (NDVI e banda termal do LANDSAT) permitiu a conclusão de que a influência do índice de vegetação na temperatura da superfície existe, pois é facilmente notada através da identificação de áreas com maior densidade de vegetação e menores temperaturas, ao passo que aquelas com índices de vegetação menores, são as que apresentam temperaturas mais elevadas. Da mesma forma, as estruturas urbanas influenciam sistematicamente na maior ou menor temperatura, sendo possível perceber que no interior das cidades, os pontos mais quentes são aqueles que possuem mais edificações e menos vegetação.

Apesar das imagens de satélite terem confirmado as características regionais, já devidamente realçadas neste estudo, o mesmo não se pode dizer das influências locais, pois mesmo sendo possível confirmar que Irati tem uma área rural com temperaturas ligeiramente mais amenas, o mesmo não se pode dizer da área urbana. As imagens termais indicam que a área urbana de Guarapuava está mais aquecida do que a de Irati, o que não foi provado através do monitoramento dos dados de temperatura, aliás a conclusão foi inversa.

Este fato pode ser explicado pela diferença na dinâmica atmosférica existente nos diferentes períodos. No período de monitoramento dos dados primários (6 dias), somente em um deles estava ocorrendo a ação da MPa, de forma mais marcante. Já no período da imagem (20 de julho de 2007), a MPa estava atuando fortemente sobre toda a região, propiciando temperaturas mínimas muito baixas e a ocorrência de mau tempo, com fortes rajadas de vento. A maior e melhor dispersão do ar nestas condições, definiram um certo limite para a influência dos fatores locais (relevo em destaque).

As características climáticas regionais são plenamente representadas pelos dados das estações oficiais (INMET e IAPAR), configurando semelhanças altíssimas aos dois municípios (Irati e Guarapuava) e não permitindo nenhuma diferenciação climática. Entretanto, ao se fazer um monitoramento mais criterioso, buscando maiores pontos de coleta e considerando as diferenciações do relevo, associadas aos distintos tipos de ambientes (urbanos e rurais) e, ainda, às formas de uso e ocupação do solo, os climas dos dois municípios demonstram dinâmicas bem diferenciadas.

Apesar dessa diferenciação de local para local, as características regionais possuem semelhanças por dois motivos essenciais: a metodologia de monitoramento dos dados, iguais para as duas estações meteorológicas, seguindo parâmetros da OMM; e a ação predominante da MPa em toda a área de estudo, principalmente no inverno. Essa massa de ar é a responsável pelas ondas de frio e, eventualmente, pode causar geada e neve. A frente fria que acompanha esta massa de ar na borda frontal, causa chuvas de intensidade moderada à forte, porém de rápida duração. Por isso, a ação deste sistema atmosférico age de forma predominante em toda a região, definindo uma dinâmica climática regional relativamente homogênea/semelhante.

O relevo influencia a diferenciação climática entre as duas cidades investigadas, inseridas em uma mesma região natural. Fato que ocorre pela diferenciação altimétrica, representada principalmente pela geomorfologia regional (relevo de *cuesta*), além da influência da vegetação, definindo que a ação conjunta dos fatores climáticos diferenciam o clima das duas cidades. Contudo, as análises pertinentes devem considerar a interação entre as escalas, tanto geográficas, quanto topográficas, chegando a definir características paisagísticas bem diferenciadas, tendo o clima como agente modificador desta paisagem e, ao mesmo tempo, dependente dela.

O estudo realizado mostrou que a estrutura urbana influencia o clima das cidades de forma diferenciada, dependendo de como esta estrutura está distribuída. O fato das duas cidades terem portes demográficos distintos não influencia, necessariamente, na diferenciação dos climas urbanos, pois os elementos do clima são mais suscetíveis de mudanças vinculadas aos fatores físicos (altitude, vegetação e forma do relevo). Mesmo que a

densidade demográfica influencie a distribuição e concentração de edificações, por exemplo, não é o fato em si que influencia, mas é a estrutura e a dinâmica urbana que vão definir climas urbanos, por isso a cidade pode ser densamente povoada, mas se os aspectos culturais e sociais permitirem, os climas das cidades podem ser semelhantes em vários aspectos.

Assim, chegou-se à conclusão que Guarapuava, mesmo tendo uma densidade populacional maior, tem temperaturas urbanas mais amenas do que Irati, apesar de a maior parte das investigações realizadas e amparadas pela bibliografia consultada, normalmente relatar situação inversa em relação ao gradiente térmico. Deve-se ressaltar, no entanto, que nas duas cidades investigadas, o adensamento de edificações e a concentração de áreas comerciais e industriais definiram decididamente no aumento da temperatura, mesmo que outros fatores sociais e naturais demonstrem que esta influência não é única.

A dinâmica atmosférica regional e, conseqüentemente, os tipos de tempo local, pode influenciar o clima urbano e isso pode ser percebido pela análise da evolução temporal dos estados médios do tempo. Não importa a escala de análise, o fato é que o clima urbano está dependente dos efeitos proporcionados pelas condições do tempo local e regional, mas é importante frisar que as cidades investigadas responderam de forma diferenciada a ação dos sistemas regionais e/ou locais. Guarapuava apresenta maior homogeneidade no seu clima urbano, demonstrando uma variabilidade menor que Irati, que tem um relevo mais movimentado, ou seja, os climas urbanos das duas cidades são definidos pela estrutura interna da cidade, mesmo recebendo aporte de energia externo, que propicia a evolução temporal mais vinculada aos sistemas atmosféricos.

O relevo regional não influencia de forma contundente a diferenciação climática entre as duas cidades, mas sim na diferença entre os dois municípios como um todo. As cidades, como foi afirmado, têm suas estruturas sociais, culturais e naturais próprias, definidoras de suas particularidades climáticas. O relevo regional (no caso, a serra da Esperança) define diferenciação mais abrangente, principalmente com relação à direção e à velocidade dos ventos. Guarapuava, por se achar no topo da serra e em região mais plana, recebe ventos com velocidades maiores e oriundas de diversos quadrantes, num mesmo período. Irati, por se encontrar no sopé da serra e “encaixada” em um relevo côncavo, possui ventos bem mais lentos, com várias ocasiões de calmarias absolutas. Como consequência disso, Guarapuava apresenta temperaturas mais amenas e Irati mais elevadas.

As diferenciações climáticas existem em qualquer escala, por isso, a investigação das características socioambientais deve ser ressaltada, possibilitando a identificação de causas e efeito para essas diferenciações. Os elementos e fatores do clima se relacionam de forma diferenciada nos diversos tipos de ambiente e a interrelação entre o regional e o local permite identificar características do(s) clima(s) de forma integradora, demonstrando criteriosamente onde e como cada um dos agentes deste processo age e ao mesmo interage.

A análise do que foi apresentado nos últimos parágrafos, permite concluir que foi possível responder aos questionamentos que nortearam esta pesquisa, pois, de forma sintética:

1) A influência do relevo na diferenciação climática entre duas cidades norteou praticamente toda a pesquisa realizada e as análises efetuadas conseguiram provar que as condições do relevo são importantes na configuração do clima local e regional. Fato comprovado através da diferenciação dos elementos do clima (temperatura e umidade relativa do ar) dos pontos de coleta;

2) A influência do relevo na dinâmica atmosférica regional e local ocorre principalmente pela existência da formação geomorfológica “Serra da Esperança”, não influenciando sistematicamente na dinâmica atmosférica regional, pois as massas de ar são percebidas em toda a região de forma similar. Contudo, os efeitos locais são diferenciados, pois a parte Oeste (Guarapuava) apresenta características um pouco distintas da parte Leste (Irati), principalmente na intensidade e frequência da precipitação e da velocidade e direção predominante dos ventos;

3) As distinções entre as configurações dos climas urbanos e rurais das duas cidades são diferenciadas e, novamente, credita-se tal acontecimento aos aspectos socioambientais, pois a conexão entre clima, relevo e a dinâmica socioeconômica de cada ambiente definem características distintas;

4) O uso do solo, urbano e rural, associado à topografia e à geomorfologia, evidenciou as diferenciações e semelhanças encontradas nas amplitudes termo-higrométicas e as relações inerentes a esses fatores.

De forma geral, as escalas espaciais e temporais podem definir características paisagísticas diferenciadas e a evolução destas paisagens são bem marcadas pelas influências socioambientais como um todo e não, necessariamente, pela influência das condições do clima isoladamente. Contudo, a temperatura do ar, por exemplo, é definidora de diferenciações no uso e ocupação do solo, principalmente numa escala temporo-espacial mais abrangente. A avaliação topoclimática respondeu perfeitamente às indagações propostas nesta tese e possibilitaram a integração **CLIMA/RELEVO/CIDADES/REGIÃO**.



## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta tese, apesar de apresentar a proposta centrada num possível viés do planejamento, não se configura como uma necessária aplicação por parte do poder público ou entidades interessadas, mas como um projeto possível de se aplicar, pois os elementos constituintes do “esquema” de trabalho apresentado não foram avaliados separadamente, mas sim dentro uma conjuntura integrada, onde cada variável investigada resultou em conclusões específicas, mas que culminaram com uma avaliação consistente, possibilitando subsídios a tomadas de decisão no âmbito do planejamento e da gestão socioambiental.

Nessa perspectiva, foi necessária a busca pela integração das áreas do conhecimento científico. Entretanto, em tal empreendimento, parece ser incontestável a falta de diálogo entre estudiosos de áreas distintas, pois muitas vezes o professor, pesquisador, cientista ou técnico, se propõe a integrar com outros ramos do conhecimento e a dividir com eles sua experiência, mas a recíproca nem sempre acontece e a falta de interesse desestimula a continuidade de projetos que poderiam surtir resultados muito bons. É importante frisar que a suposta integração talvez não resolvesse totalmente este dilema, pois, independente das pesquisas feitas pelos climatólogos, os planejadores têm as suas próprias e os resultados tendem a ser muito parecidos, senão iguais.

Em conformidade com a proposta do SAU, adaptada para o presente estudo, espera-se que a leitura crítica deste trabalho possa contribuir para um melhor planejamento e gestão socioambiental, pois a dinâmica local/regional foi apontada. Salienta-se apenas, que é possível efetuar tal proposta a partir das análises e conclusões apresentadas. De maneira geral, o procedimento metodológico utilizado, enquanto referencial teórico, foi eficaz, pois permitiu a inserção das variáveis estudadas dentro desta estrutura, de maneira a propiciar análises pertinentes a uma abordagem geográfica da paisagem regional e urbana.

A necessidade de bem conhecer a paisagem, além das suas diferenciações locais e regionais, se torna premente para a interpretação da dinâmica climática. As medições periódicas de elementos do clima no limite de 2 metros do solo, indicam forças atuantes bastante diferenciadas, evidenciando climas totalmente diferentes daqueles conhecidos através dos dados na porção superior (acima de 2 metros do solo). A escala topográfica e a análise pormenorizada dos processos advectivos e convectivos, propiciam elementos de avaliação muito importantes, principalmente quando o objetivo e objeto de estudo permeiam a relação ou interação das escalas climáticas.

Percebe-se assim, a necessidade de bem conhecer os atributos locais e regionais, principalmente os tipos de uso e ocupação do solo; a diferenciação altimétrica; a rugosidade e a orientação do relevo; e as massas de ar atuantes.

A estrutura urbana foi evidenciada a partir da dualidade inclusão/exclusão, reinante em quase todas as cidades do mundo. Esta dualidade permite entender que o conceito de estrutura urbana não pode ficar atrelado ao de sítio urbano, pois a complexidade é diferente. O conceito de sítio utilizado neste trabalho prendeu-se às condições físicas do local onde a cidade está, mas não considerou as relações urbanas propriamente ditas. Já o conceito de estrutura urbana é mais amplo, permitindo tanto a interpretação dos fatores naturais, principalmente as diferenciações do relevo, quanto os sociais (política, economia, sociologia, saúde...).

A terminologia mais eficaz para analisar a estrutura urbana de qualquer cidade, priorizando aquelas localizadas em território brasileiro, é a separação em duas cidades: as **do que têm** e as **dos que não têm**. Esta definição ou tratamento conceitual apresentado por Santos (2005), diferencia e, ao mesmo tempo, une as várias estruturas existentes na cidade, mas também explica eficientemente o porque das desigualdades e dificuldades da gestão urbana.

Outro conceito utilizado neste trabalho foi o de “morfologia urbana”, muito utilizado por engenheiros e arquitetos como sinônimo de espaço construído, ou seja, as casas, os prédios e as ruas. Tal definição não está equivocada, mesmo porque é consagrada dentre os urbanistas, mas neste estudo, onde a metodologia de análise é eminentemente climatológica, na perspectiva geográfica, entende-se que a morfologia urbana deve ser considerada numa lógica mais complexa, onde os fatores naturais, inerentes ao local da urbanização, devam ser considerados como “forma” da cidade também. Sendo assim, os aspectos relacionados ao espaço construído e aqueles relacionados com o espaço natural (relevo em destaque) dão forma à cidade e delimitam algumas relações urbanas, por isso podem e devem ser considerados conjuntamente como **morfologia urbana**. Sendo assim, a definição de morfologia urbana perpassa pela junção das duas realidades – social e natural.

As possibilidades tecnológicas existentes na área de estudo não são suficientes para atender à demanda crescente, definindo a exclusão de classes menos favorecidas, dependentes do poder público, muitas vezes ineficiente e incapaz de atender aos anseios destes excluídos. Mesmo aquelas classes sociais que têm acesso à tecnologia para melhoria das condições existentes, nem sempre se interessam em utilizá-las, temendo que o investimento não seja compensador. O caso mais evidente é o acesso a financiamento de maquinários agrícolas, conforme salienta técnicos da EMATER regional, em reuniões do Conselho Rural Sustentável de Irati, do qual o autor desta tese era conselheiro até dezembro de 2009.

O mapeamento socioambiental da área de estudo não consistiu, necessariamente, na apresentação de mapas ou figuras para expressar a importância quantitativa e qualitativa, mas, em vários momentos, foram informações secundárias que permitiram a inferência da

qualidade socioambiental, seja através de dados censitários, como os do IBGE e do IPARDES, seja através de levantamentos morfométricos efetuados por trabalhos já existentes e consultados na bibliografia.

Mesmo que o trabalho esteja focado na identificação de características climáticas (locais e regionais), o entendimento das relações sociais e naturais existentes na área de pesquisa também foi buscado. Neste sentido, as informações obtidas permitiram traçar um perfil dessas relações, de forma genérica em alguns momentos, propiciando a conclusão de que as condições climáticas as influenciam, principalmente pela forma de uso e ocupação do solo e os costumes culturais, herdados de colonizadores europeus, melhor adaptados às condições climáticas semelhantes às encontradas em Guarapuava e Irati.

A tese foi concluída e a experiência adquirida com o desenvolvimento da mesma, permite finalizá-la com uma consideração geral: os levantamentos e análises que foram efetuadas no decorrer do trabalho, não são o fim em si. A proposta final é de que o trabalho prossiga e esta tese seja o início de uma investigação maior, pois o objetivo é procurar incentivar outros trabalhos, com técnicas e metodologias diferenciadas, buscando uma melhoria nas condições socioambientais de toda a área de estudo.

As dificuldades encontradas foram muitas e estiveram, na maioria das vezes, vinculadas à escassez dos recursos para o monitoramento dos dados, na falta de cooperação de instituições detentoras de informações climatológicas e socioeconômicas e, também, ao prazo para cumprimento das atividades inerentes ao desenvolvimento da tese. Essas dificuldades, aliadas a problemas pessoais, não permitiram que a problematização proposta avançasse mais, mas os resultados obtidos foram suficientes para comprovar a hipótese perseguida, mesmo que a avaliação posterior do trabalho possa apontar deficiências. A busca pela perfeição é algo inato ao ser humano, mas poucos conseguem. Se é que conseguem.....!?!?!?!?!?

**REFERENCIAS**

- AB'SABER, Aziz Nacib. **Os Domínios de Natureza no Brasil: potencialidade paisagísticas**. São Paulo: Ateliê Editorial, 2003.
- ABREU, Alcioly, T. G. **A posse e o uso da terra. Modernização agropecuária de Guarapuava**. Curitiba: Biblioteca Pública do Paraná. Secretaria de Estado da Cultura e do Esporte, 1986.
- ABREU, Alcioly T. G. e MARCONDES, Gracita G. O abastecimento de água no Século XIX e a evolução do saneamento básico em Guarapuava. **Série Cadernos de Pesquisa**, Vol. 3. Guarapuava (PR): Fundação Universidade Estadual do Centro-Oeste, 1992.
- ACKERMAN, Bernice. Climatology of Chicago Área Urban-Rural Differences in Humidity. **Journal of Climate and Applied Meteorology**, – Notes, American Meteorological Society, march 1987, vol. 26, 427-430.
- ANDRADE, Aparecido Ribeiro. Reflexões sobre o pensamento geográfico e a busca de uma metodologia de trabalho na percepção da Geografia Ambiental. **Revista Eletrônica Geografar**, Curitiba, v.4, n.2, p.29-46, jul./dez. 2009.
- AYOADE, J. O. **Introdução à Climatologia para os Trópicos**. 4ª Edição, Rio de Janeiro: Bertrand do Brasil, 332pp., 1996.
- BAPTISTA, João Carlos C. Vieira. **A Serra de Montemuro: a Geologia, a Paisagem e o Patrimônio**. Departamento de Geologia – UTAD, Vila Real, 2006.
- BARCELLOS, Paulo Fernando Pinto e BARCELLOS, Luiz Fernando Pinto Barcellos. Planejamento urbano sob perspectiva sistêmica: considerações sobre a função social da propriedade e a preocupação ambiental. **Revista FAE**, Curitiba, v.7, n.1, p.129-144, jan./jun. 2004
- BARET, F.; GUYOT, G. Potential and limits of vegetation indices for LAI and APAR assessment. **Remote Sensing of Environment**, 35:161-173, 1991.
- BERTALANFFY, Ludwig. **Teoria Geral de Sistemas**. Vozes. 1975.
- BRAIDO, Leandro Marcos Herreiro; SILVEIRA, Helio; TOMMASELLI, José Tadeu Garcia; ZANDONADI, Leandro. A integração da geomorfologia, pedologia e climatologia no processo da produção agrícola: exemplo da bacia hidrográfica do Paranapanema III (PR). In: **I simpósio sobre pequenas cidades e desenvolvimento local e XVIII Semana de Geografia**. Maringá : DGE-UEM, 2008. p. 1-10.
- BRANDÃO, A. M. P. M. **O clima urbano da cidade do Rio de Janeiro**. Tese (Doutorado em Geografia). Departamento de Geografia, FFLCH/USP. São Paulo, 1996. 362 f.

BREHENY, M. J. Towards Sustainable urban development. In A. M. Mannion and S. R. Bowlby (eds) – **Environmental issues in the 1990s**. John Wiley and Sons, Chichester:277-290, 1992.

CAMPOS, Yarnel de Oliveira. **A modelagem climática na escala local**. Uberlândia: Universidade Federal de Uberlândia, 2003. 188p. (Dissertação - Mestrado em Geografia).

CASTRO, Iná Elias de. O problema da escala. In: CASTRO, Iná Elias de; CORREA, Roberto Lobato; GOMES, Paulo Cesar da Costa. **Geografia: conceitos e temas**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1995. 352p.

CAVALCANTE, Miquelina R. Castro; ÁVILA, Iuri ; BARBIRATO, Gianna Melo. Efeito Microclimático da Presença de Vegetação em Recintos Urbanos em Maceió – AL. IN: **VIII Encontro Nacional sobre Conforto Ambiental no Ambiente Construído e IV Encontro Latino-Americano sobre Conforto no Ambiente Construído, Maceió - AL**. Anais do ENCAC-ELACAC, 2005.

CAVIGLIONE, João Henrique; KIIHL, Laura Regina Bernardes; CARAMORI, Paulo Henrique; OLIVEIRA, Dalziza. **Cartas climáticas do Paraná**. Londrina : IAPAR, 2000. CD.

CHAUÍ, Marilena. **Convite à Filosofia**. Ed. Ática, São Paulo, 2000.

CHÉMERY, Laure. **Los Climas: cambios en la atmósfera**. Colección Larousse el mundo contemporáneo. Tra edition, Larousse/Mexico, 2003, 128p.

COLTRI, Priscila Pereira. **Influência do uso e ocupação do solo no clima de Piracicaba, São Paulo: análises de séries históricas, ilhas de calor e técnicas de sensoriamento remoto**. 166p. Dissertação de Mestrado – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2006.

COLTRI, Priscila Pereira, et all. Ilhas de Calor da estação de inverno da área urbana do município de Piracicaba, SP. In: **Anais XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, Florianópolis, Brasil, 21-26 abril 2007, INPE, p. 5151-5157.

CORREIA, R. L. **O espaço urbano**. 3ª Edição, Série Princípios, São Paulo: Ática, 1995, 94p.

CPTEC/INPE. Monitoramento das condições sinóticas dos meses de agosto e setembro de 2008. Disponível em [www.cptec.inpe.br](http://www.cptec.inpe.br), acessado no período de 1/08/2008 a 1/09/2008.

DANNI, Inês Moresco. A Ilha Térmica de Porto Alegre: contribuição ao estudo do Clima Urbano. **Boletim Gaúcho de Geografia**, Porto Alegre, Série Geografia, nº 8, p. 33-48, maio/1980.

DANNI-OLIVEIRA, Inês Moresco. Procedimentos de Aferição de Termômetros para Atividades de Campo em Climatologia Geográfica. **Revista RA'E GA**, Curitiba, v. 6, p. 75-80, 2002.

DAVIS, Mike. **Planeta Favela** (Tradução de Beatriz Medina). São Paulo: Boitempo, 2006, 272pp.

DIMOUDI, A.; NIKOLOPOULOU, M. Vegetation in the urban environment: microclimatic analysis and benefits. **Energy and Building** 35, 2003. p.69-76.

DODMAN, David. Blaming cities for climate change? An analysis of urban greenhouse gas emissions inventories. **Environment and Urbanization**. Vol. 21; 185-201, 2009.

DUMKE, Eliane Müller Seraphim. **Clima urbano/conforto térmico e condições de vida na cidade – uma perspectiva a partir do aglomerado urbano da região metropolitana de Curitiba (AU-RMC)**. Tese (Doutorado). Universidade Federal do Paraná. Paraná, 2007.

FARIAS, Morgana Giovanella. Caracterização do solo, clima e relevo do município de Erval Velho e como sua população interage com eles. **Anais do 12º EGAL**, disponível em [http://egal2009.easyplanners.info/area07/7182\\_Giovanella\\_de\\_Farias\\_Morgana.pdf](http://egal2009.easyplanners.info/area07/7182_Giovanella_de_Farias_Morgana.pdf) acessado em 23/11/2009. Montevideo, Uruguai: Editora Universidad de la República, 2009. v. 1. p. 1-10.

FERREIRA, Leila da Costa. Indicadores Político-institucionais de sustentabilidade: criando e acomodando demandas públicas. **Revista Ambiente & Sociedade** - Ano III – Nº 6/7 – 1º Semestre de 2000/2º Semestre de 2000.

FERREIRA, A. de Brum. **Variabilidade climática e dinâmica geomorfológica. Publicações da Associação Portuguesa de Geomorfólogos**, Vol. 1, APGeom, Lisboa, 2002, p.7-15.

FERREIRA, M. J.; OLIVEIRA, A. P.; SOARES, J.; BÁRBARO, E. W.; CODATO, G.; MARCIOTTO, E. R.; e SILVA, M. Evolução Diurna do Balanço de Radiação na Superfície da Cidade de São Paulo, Brasil. In: **Anais do 8º Congresso Iberoamericano de Ingenieria Mecanica**. Cusco, 23 al 25 de Outubro de 2007.

FOLHA DE SÃO PAULO (Folha on-line). Chuva causa alagamentos na grande SP; homem morre em Guarulhos. **Cotidiano**. São Paulo: 28/12/2009. Disponível em <http://www1.folha.uol.com.br/folha/cotidiano/ult95u671895.shtml>, acessado em 04/01/2010 as 22 horas.

FREITAS, M. K. & LOMBARDO, M. A. O Uso de Imagem Termal Gerada pelos Satélites da Série LANDSAT e NOAA para Estudo de Ilha de Calor: estudo de caso de São Paulo. **Geografia**, v. 32, n. 3, p. 645-656, Rio Claro, set-dez/2007.

FREITAS, Andreza Rocha. **Análise da Ocupação e Proposta de Uso Racional das Áreas de Preservação Permanente (APPs) nas Bacias Hidrográficas Urbanas de Irati**. Projeto de Pesquisa em Desenvolvimento. Unicentro. INÉDITO. 2009.

GALVANI, E. Sistematização de Dados Quantitativos. In: VENTURINI, L. A. B. (org). **Praticando a geografia: técnicas de campo e laboratório**. São Paulo: Oficina de Textos, 2005, p. 175-185.

GEIGER, Rudolf. **Manual de Microclimatologia: o clima da camada de ar junto ao solo** (Tradução de Ivone Gouveia e Francisco Caldeira Cabral). Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1961.

GOWARD, S. N. Normalized Difference Vegetation Index Measurements from the Advanced Very High Resolution Radiometer. **Remote Sensing and the Environment**, v. 35, p. 257-277, 1991.

GROENING, Gert. Garden Culture e desenvolvimento de Open Spaces como parte de uma sociedade democraticamente constituída. In: MENDONÇA, F. (org.). **Impactos Socioambientais Urbanos**. Curitiba: Editora da UFPR, 2004, p. 79-98.

GUARAPUAVA. Site oficial do município. Disponível em <http://www.guarapuava.pr.gov.br>, acessado em 17/10/2008.

GUERREIRO, E. Caracterização, tipologia e diagnóstico de sistemas de produção predominantes em uma comunidade rural: o caso de Cerro da Ponte Alta, Iratí, PR. **Boletim técnico**, 47, IAPAR, 51p., 1994.

IAP – Instituto Ambiental do Paraná. **Unidades de Conservação do Estado do Paraná**. Disponível em: <http://www.uc.pr.gov.br> Acesso em 20 de março de 2009.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo demográfico de 2000**. CD-ROOM.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Síntese de Indicadores Sociais: uma análise das condições de vida da população brasileira – 2007. **Estudos e Pesquisas: Informação Demográfica e Socioeconômica**, nº 21, Rio de Janeiro, 2007

IMAMURA-BORNSTEIN, I. R. **Observational studies of urban heat island characteristics in different climate zones**. Phd doctors These - University of Tsukuba. Tsukuba, 1991.

IPARDES. **Índice de Desenvolvimento Humano Municipal – 2000: Anotações sobre o Desempenho do Paraná**. Curitiba, janeiro de 2003, 43pp. Disponível em [http://www.ipardes.gov.br/webisis.docs/idhm\\_2000.pdf](http://www.ipardes.gov.br/webisis.docs/idhm_2000.pdf), acessado em 23 de julho de 2008 às 19h00min.

IPARDES. **Caderno Estatístico do Município de Irati**. Curitiba, dezembro de 2009, 29pp. Disponível em [www.ipardes.gov.br/cadernos/Montapdf.php?Municipio=84500](http://www.ipardes.gov.br/cadernos/Montapdf.php?Municipio=84500), acessado em 16 de dezembro de 2009 às 19h00min.

IPARDES. **Caderno Estatístico do Município de Guarapuava**. Curitiba, dez/2009, 30pp. Disponível em [www.ipardes.gov.br/cadernos/Montapdf.php?Municipio=85000](http://www.ipardes.gov.br/cadernos/Montapdf.php?Municipio=85000), acessado em 16 de dezembro de 2009 às 20h00min.

IRATI. **Plano Diretor**. Irati: Prefeitura Municipal. CD-ROOM. 2004.

IRATI. Site oficial do município. Disponível em <http://www.irati.pr.gov.br>, acessado em 17/10/2008.

JACOBI, Pedro. **Cidade e Meio Ambiente**. São Paulo: Annablume Editora, 1999.

LEFEBVRE, Henri. **O direito à cidade**. (Tradução de Rubens Eduardo Frias). São Paulo: Centauro, 2001, 144p.

LEFF, Enrique. **Saber ambiental: sustentabilidade, racionalidade, complexidade, poder**. 2ª edição. Petrópolis, RJ: Vozes, 2002.

LOMBARDO, M. A. **Ilhas de Calor nas Metrôpoles: o caso de São Paulo**. São Paulo: HUCITEC, 1985.

LOMBARDO, M. A. **Qualidade ambiental e planejamento urbano: considerações de método**. Tese (Livre-docência em Geografia). Departamento de Geografia da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo. USP: São Paulo, 1995

MAACK, Reinhard. **Geografia Física do Estado do Paraná**. Rio de Janeiro: Livraria José Olympio Editora, 1981.

McGREGOR, Glenn R. & NIEUWOLT, Simon. **Tropical Climatology: An Introduction to the Climates of the Low Latitudes**, 2nd Edition, John Wiley & Sons (Chichester), 1998, 352p.

MENDES. P. C. **A gênese espacial das chuvas na cidade de Uberlândia – MG**. Uberlândia: Universidade Federal de Uberlândia, 2001. 237 p. (Dissertação - Mestrado em Geografia).

MENDONÇA, F. A. **O clima e o Planejamento urbano de cidades de Porte Médio e Pequeno: Proposição Metodológica para Estudo e sua Aplicação à Cidade de Londrina/PR**. Tese (Doutorado em Geografia Física) - FFLCH/USP, São Paulo, 1995, 298f.

MENDONÇA, F. O Estudo do Clima Urbano no Brasil: evolução, tendências e alguns desafios. In: MONTEIRO, C. A. F. & MENDONÇA, F. (org.). **Clima Urbano**. São Paulo: Contexto, 2003, p. 175-192.



- MENDONÇA, F. S. A. U. – Sistema Socioambiental Urbano: uma abordagem dos problemas socioambientais da cidade. In: MENDONÇA, F. (org.). **Impactos Socioambientais Urbanos**. Curitiba: Editora da UFPR, 2004, p. 185-207.
- MENDONÇA, F. Riscos, vulnerabilidade e abordagem socioambiental urbana: uma reflexão a partir da RMC e de Curitiba. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**. n. 10, p. 139-148, Editora UFPR, jul/dez 2004a.
- MENDONÇA, F. & DUBREUIL, V. Termografia de Superfície e Temperatura do Ar na RMC (Região Metropolitana de Curitiba/PR). **Revista RA´E GA, Curitiba**, n. 9, p. 25-35, 2005. Editora UFPR.
- MENDONÇA, Francisco & DANNI-OLIVEIRA, Inês Moresco. **Climatologia: noções básicas e climas do Brasil**. São Paulo: Oficina de Textos, 2007, 206p.
- MOBERG, A.; JONES, P. D. Trends in indices for extremes in daily temperature and precipitation in Central and Western Europe, 1901-99. **Int. Journal Climatology**, 25: 1149-1171, 2005.
- MONTÁLVES, J. P.; RODRIGUEZ, A.; JIMÉNEZ, J. I. A study of the urban heat island of Granada. **Int. Journal Climatology**, 20: 899-911, 2000.
- MONTEIRO, C. A. F. **O Clima da Região Sul**. Geografia Regional do Brasil. Tomo I. Cap. III Biblioteca Brasileira, IBGE, 1963.
- MONTEIRO, C. A. F. Análise rítmica em climatologia: problemas da atualidade climática em São Paulo e achegas para um programa de trabalho. **Série Climatologia. São Paulo: USP/Inst. de Geografia**, 1971.
- MONTEIRO, C. A. F. **Teoria e Clima Urbano**. São Paulo: IGEO/USP, 1976.
- MONTEIRO, C.A.F. Por um suporte teórico e prático para estimular estudos geográficos do clima urbano do Brasil. **GEOSUL – Revista do Departamento de Geociências da UFSC**, Volume V, nº 9, p. 07-19. Editora da UFSC, Santa Catarina, 1990.
- MONTEIRO, Carlos Augusto F.; MENDONÇA, Francisco. (Orgs.). **Clima Urbano**. 1ª edição. São Paulo: Contexto, 2003.
- MORENO, M. C. **Intensity and form of urban heat island in Barcelona**. *Int. Journal Climatology*, 14: 705-710, 1994.
- MUMFORD, Lewis. **A cidade na história**. São Paulo: Martins Fontes, 1998.
- NERY, Jonas Teixeira. **Dinâmica Climática da Região Sul do Brasil**. *Revista Brasileira de Climatologia*, v. 01, p. 61-75, 2005.
- NIMER, E. **Geografia do Brasil: região sul**. Vol. 5. Rio de Janeiro: IBGE, 1977.

NIMER, E. **Climatologia do Brasil**. 2ª Edição, Rio de Janeiro: IBGE, 1989.

NUNES, João Osvaldo Rodrigues; SANT'ANNA NETO, João Lima; TOMMASELLI, José Tadeu Garcia; AMORIM, Margarete Cristiane C. T.; PERUSI, Maria Cristina. **A Influência dos Métodos Científicos na Geografia Física**. Terra Livre, Ano 22, vol. 2, nº 27, p. 119-130, jul-dez/2006.

OLGYAY, V. **Clima Y Arquitectura en Colômbia**. Universidade del Valle, Cali, Colômbia, 1968.

ORREDA, José Maria. **Irati**. Irati: Edipar, 1972, vol. I.

PNUD - Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. UNOPS - Oficina de Servicios para Proyectos de las Naciones Unidas. **Proyecto regional de capacitacion en gestion ambiental urbana. Guia metodologica de capacitacion en gestion ambiental urbana para universidades de América Latina y el Caribe**. Nova York: UNDP/UNOPS, 1997.

PREFEITURA MUNICIPAL DE IRATI. **Plano Diretor Municipal de Irati (PR):** Diretrizes permanentes da comunidade para a gestão pública participativa do município de Irati no contexto da microrregião centro sul do Estado do Paraná – Brasil – Edição I. Vigência: dezembro de 2004 a março de 2008. Lei Municipal 2161 de 21 de dezembro de 2004.

RIBEIRO, Antonio Giacomini. **As transformações da sociedade e os recursos da natureza na região de Palmas e Guarapuava**. Boletim de Geografia – UEM, ano 07, nº 01, Maringá (PR): Universidade Estadual de Maringá, setembro de 1989.

ROLIM, G.S.; SENTELHAS, P.C.; BARBIERI, V. **Planilhas no ambiente EXCEL TM para os cálculos de balanços hídricos: normal, sequencial, de cultura e de produtividade real e potencial**. Revista Brasileira de Agrometeorologia, Santa Maria, v. 6, n.1, p. 133-137, 1998.

SANT'ANNA NETO, J. L. **Tendência da pluviosidade no Estado de São Paulo no período de 1941 a 1993**. Boletim Climatológico, n. 3, p. 254-259, 1997.

SANT'ANNA NETO, J.L. **Clima e Organização do Espaço**. Boletim de Geografia, 16(1):119-131, Maringá, 1998.

SANT'ANNA NETO, J.L. (organizador). **Os climas das Cidades Brasileiras**. Presidente Prudente: [s.n.], 2002, 227p.

SANTOS, Milton. **A Urbanização Brasileira**. São Paulo: Edusp, 5ª edição, 2005. 174p.

SANTOS, M. **A Natureza do Espaço. Técnica e Tempo. Razão e Emoção**. 4ª Edição. 2ª Reimpressão. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2006 (coleção Milton Santos; 1).

SILVA, Joseli Maria Silva. **Valorização Fundiária e Expansão Recente de Guarapuava—PR**. Dissertação de Mestrado. Área de Concentração: Desenvolvimento Regional e Urbano. Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC, 1995, 181p.

SILVA, Marcia Gomes. **Caracterização de metais pesados ao longo do rio Piranhas-Açu/RN: distribuição e proveniência**. Dissertação de Mestrado nº 12/PPGG, Natal – RN, agosto de 1999, 70pp.

SILVA, Carlos Batista; SANT’ANNA NETO, João Lima; BRIGATTI, Newton. Análise da tipologia termo-pluviométrica e do ritmo climático na região do extremo oeste paulista: uma contribuição para a organização do espaço. In: **XI Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada**, 2005, São Paulo. Geografia, Tecnociência, Sociedade e Natureza. São Paulo : Depto de Geografia da FFLCH/USP, v. 1. p. 1-10, 2005.

SIMEPAR – Sistema Meteorológico do Paraná. **Monitoramento das condições sinóticas dos meses de agosto e setembro de 2008**. Disponível em [www.simepar.br](http://www.simepar.br), acessado no período de 1/08/2008 a 1/09/2008.

SOARES, Paulo Roberto. Cidades médias e aglomerações urbanas: a nova organização do espaço regional no sul do Brasil. IN: SPOSITO, Eliseu Savério; SPOSITO, Maria Encarnação Beltrão; e SOBARZO, Oscar (orgs.). **Cidades Médias: produção do espaço urbano e regional**. Série Geografia em Movimento. 1ª Edição, São Paulo: Expressão Popular, 2006, 376p.

SORRE, Max. Les Fondements Biologiques – Essai d’une écologie de l’homme. IN: **Les Fondements de la Géographie Humaine**. Tomo Premier. Librairie Armand Colin, Paris, 1951.

SORRE, Max (tradução de José Bueno Conti). **Objeto e Método da Climatologia**. Revista do Departamento de Geografia, v. 18, p. 89-94, São Paulo: USP, 2006.

SOUZA, Marcelo Lopes de. **ABC do desenvolvimento urbano**. Bertrand Brasil: Rio de Janeiro, 2003.

SPOSITO, Eliseu Savério; SPOSITO, Maria Encarnação Beltrão; e SOBARZO, Oscar (orgs.). **Cidades Médias: produção do espaço urbano e regional**. Série Geografia em Movimento. 1ª Edição, São Paulo: Expressão Popular, 2006, 376p.

SUASSUNA, João. O Processo de Salinização das Águas Superficiais e Subterrâneas no Semi-Árido do Nordeste. In: **Workshop Impactos Ambientais Associados a Utilização de**

**Água Dessalinizada no Semi-Árido.** Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 1996. p. 02-22.

SPOSITO, E. S. **Geografia e Filosofia: contribuição para o ensino do pensamento geográfico.** São Paulo: Editora Unesp, 2004.

STEEMERS, K. Cities, Energy and Comfort: a PLEA 2000 review. **Energy and Buildings**, 35: 1-2, 2003.

TARIFA, José Roberto. A análise topo e microclimática e o trabalho de campo: o caso de São José dos Campos. **Série Climatologia. São Paulo: USP/Inst. de Geografia**, n. 11, 1981. p. 1-25.

TERRES, Cedeli de Andrade. Proposta de recuperação de área degradada às margens do Arroio do Engenho na Vila Concórdia, Guarapuava – PR. **Revista Eletrônica Lato Sensu**, Guarapuava: Unicentro, Edição 5, p. 1-17, 2008.

THOMAZ, Edivaldo Lopes; VESTENA, Leandro Redin. **Aspectos Climáticos de Guarapuava – PR.** Guarapuava: Editora da Unicentro, 2003, 106p.

TURNER, M. G. Landscape ecology: the effect of pattern on process. In: **Annual Review of Ecology and Systematics**, 20:171-197, 1989.

UNGER, János. Urban-Rural Air Humidity Differences in Szeged, Hungary. **International Journal of Climatology**. Vol. 19: 1509–1515, 1999.

VAREJÃO-SILVA, M. A. **Meteorologia e Climatologia.** Brasília: MA-INMET, 2001.

VIANELLO, R. L. & ALVES, A. R. **Meteorologia básica e aplicações.** Viçosa: Editora da UFV, 1991, 449p.

VILLAS BOAS, Márcio. **Considerações sobre urbanização e meio ambiente físico.** Módulo de Ensino 2. Curso de especialização sobre controle de ambiente em arquitetura, Brasília, CAPES-MEC, 1983.

XIAN, George & CRANE, Mike. An analysis of urban thermal characteristics and associated land cover in Tampa Bay and Las Vegas using Landsat satellite data. **Remote Sensing of Environment**, v. 104, p. 147–156, 2006.

YOSHINO, M. M.; TANAKA, M.; NAKAMURA, K. Formation of a cold air lake and it's effects on agriculture, **Journal of Natural Disaster Science**, 3 (2): 1-14, 1981.